COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« **M. Delaunay** offre à l'Académie la collection complète du *Bulletin international de l'Observatoire de Paris* pour les six derniers mois (septembre, octobre, novembre et décembre 1870, janvier et février 1871). La presque totalité de ces Bulletins, qui paraissent jour par jour, a été publiée à Tours et à Bordeaux, où le service météorologique international de l'Observatoire avait dû se transporter pendant la durée du siége de Paris. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les caractères de l'hiver 1870-1871 et sur la comparaison de la température moyenne, à l'Observatoire de Paris et à l'Observatoire météorologique central de Montsouris; par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.** Réponse à des Remarques présentées par *M. Delaunay* dans la séance du 20 mars.

« Notre confrère, M. Delaunay, a lu dans la dernière séance un travail qui contient quelques observations critiques sur trois Notes que j'ai récemment soumises à l'Académie (1). Dans ces trois Notes, je présentais d'abord

(1) Séances des 2 janvier, 6 février et 6 mars 1871.

les résultats sommaires des observations thermométriques de l'Observatoire météorologique central de Montsouris, pendant les mois de décembre 1870, janvier et février 1871, puis je les comparais aux températures moyennes de ces trois mois, obtenues par M. Renou, en discutant cinquante ans des observations faites à l'Observatoire de Paris. Les critiques ne portent que sur cette dernière partie de mes recherches, et je vais les examiner successivement.

» Je voudrais d'abord constater une inadvertance dans l'interprétation de mes Notes. Je n'ai établi mes comparaisons qu'avec les moyennes mensuelles des cinquante ans qui se sont écoulés du 1er janvier 1816 au 1er janvier 1866, les seules qui aient été calculées par M. Renou. Il faut donc supprimer, dans les remarques critiques de M. Delaunay, tout ce qui est relatif aux années antérieures à 1816.

» J'ai dit seulement, en m'appuyant sur le grand travail de discussion fait par M. Renou sur ces cinquante années, que la moyenne de décembre 1870, observée à Montsouris, avait été inférieure de 4°,6 à la moyenne des cinquante ans de décembre, observée par les astronomes de Paris, et celle de janvier 1871 inférieure de 3°,7 à la moyenne de janvier pour la même période, enfin, que l'ensemble des trois mois du dernier hiver avait présenté, en nombres ronds, une moyenne inférieure de 2 degrés à la moyenne des cinquante hivers, et supérieure de 3 degrés à la moyenne des trois mois d'hiver de 1829-1830.

» Toutes assertions dont on peut contrôler l'exactitude.

» J'ai constaté, d'ailleurs, que les froids de cet hiver avaient été « plus » remarquables par leur continuité que par leur intensité ». Ce que M. Delaunay confirme par ces mots : Que ces mois « ont été remarquables » plutôt par la persistance du froid que par l'intensité de la gelée », et il ajoute avec grande raison, que « le caractère exceptionnel de l'hiver » 1870-1871 a été que ces deux mois (décembre et janvier) ont été froids » tous deux, particularité qui, dit-il, depuis 1806, ne s'était présentée qu'une » fois, dans l'hiver de 1829-1830 (1) » : ce qui équivaut à ceci que, depuis l'hiver de 1829-1830, jamais une si grande masse de froid n'était venue s'abattre sur ces deux mois que durant l'hiver qui vient de s'écouler. On ne pouvait pas mieux faire ressortir l'analogie qui existe, en effet, entre ces deux hivers remarquables. C'est ce qui explique les phénomènes singuliers comme les blés et même les herbes sauvages perdant, à Vendôme, toute

(1) Page 307.

leur verdure et prenant l'aspect de la mort; des plantes indigènes, très-communes, gelant à Collioure, où janvier présente seize jours de gelée et où plusieurs fois le thermomètre descend à — 6°,0 et même à — 6°,6.

» Mais je vais plus loin. Isolé encore de toute communication scientifique, je n'ai pu ni voulu d'abord présenter que les faits observés à Paris. Mais l'étude d'une seule localité, surtout d'un point placé aussi exceptionnellement que l'est Paris, ne peut, on le sait, suffire pour apprécier exactement un phénomène général comme celui d'un grand hiver. C'est pourquoi j'ai annoncé mon intention de réunir et de discuter un grand nombre de documents européens, avant de rien affirmer sur le caractère de cet hiver.

» Déjà, si les renseignements qui m'ont été communiqués par notre confrère, M. Naudin, sont exacts, comme tout doit le faire penser, on a éprouvé — 16 degrés à Montpellier, — 17 degrés à Bordeaux, — 23 degrés à Périgueux (1). Un excellent observateur, M. Marchand, a obtenu, sous le ciel de Fécamp, le 5 janvier, un minimum de — 12°,3.

» La douceur de notre mois de février n'a nullement été générale. Je reçois, en effet, du savant Secrétaire perpétuel de la Société royale de Danemark, M. Steenstrup, un tableau qui prouve que sous le climat marin de Copenhague, la température du 12 février s'est abaissée à — 18 degrés R. et que la température moyenne de ce même jour ne s'est élevée qu'à — 14°,6 R. La température moyenne du mois entier n'a été que de — 2°,72 R. Le mois de février, si doux autour de nous, a été, à Copenhague, aussi froid que le mois de décembre dernier et plus froid que le mois de janvier.

---

(1) Voici de nouveaux détails sur le froid éprouvé dans le Midi de la France, que je reçois de M. Naudin, par une lettre en date du 10 mars :

« Tout le Midi a été fortement éprouvé par les froids de décembre et de janvier. A Montpellier, la température, pendant ces deux mois, est fréquemment descendue aux alentours de — 16 degrés; aussi y a-t-il eu une mortalité énorme d'arbres ou d'arbrisseaux dans les jardins. C'est un point sur lequel M. Martins nous donnera prochainement des observations détaillées. A Bordeaux, le froid a touché à — 17 degrés; ce qui a amené aussi de grands dégâts. Toulon paraît avoir eu le même degré de froid que Collioure, ainsi qu'Antibes, où le Dr Bornet a observé des températures de — 5, — 6 et — 7 degrés. On m'apprend qu'à Hyères les orangers ont perdu leurs feuilles, ce qui suppose un froid de — 6 à — 7 degrés; à Perpignan, le froid n'a pas été sensiblement plus grand qu'ici; d'après le Dr Fines, la plus forte gelée, en rase campagne, aurait été de — 7°,5. »

Enfin, notre savant confrère, M. Duchartre, m'annonce, en ce moment même, qu'on a ressenti à Béziers un froid comparable à celui qui a sévi sur Montpellier. Les oliviers ont été gelés en partie, surtout ceux qui étaient situés dans les bas-fonds.

» Il faut donc, comme je l'ai montré dans mes recherches sur les variations périodiques de la température, quand on veut pouvoir tirer des conclusions générales, élargir le cercle de ses comparaisons dans l'espace comme dans le temps. Alors seulement nous saurons si nous venons de traverser un véritable hiver *central*, ou si la période *quarantenaire* de 1870 ne doit pas se disséminer, comme celle de 1749, en un certain nombre d'hivers latéraux, rigoureux, mais non extraordinaires, comme l'ont été les hivers *centraux* de 1829 à 1830, de 1789 à 1790, de 1708 à 1709.

» Quoi qu'il en soit de cette dernière conclusion, que j'ai réservée (p. 31), le retour quarantenaire du froid, prévu par M. Renou sous ces deux formes (1), n'en aurait pas moins fait son apparition au moment indiqué. Le rapprochement constaté par M. Delaunay lui-même entre les deux hivers de 1829-1830 et de 1870-1871 confirme clairement le fait que j'avais énoncé.

» Je pourrais m'arrêter ici : car c'est exactement la seule conséquence que j'aie formulée dans mes trois Notes, et le genre de comparaison qui m'a servi à l'établir étant évidemment d'une précision suffisante pour le besoin, j'ai, par cela même, répondu au seul grief qui existe réellement contre mon travail dans la Note de M. Delaunay.

» Mais je désire démontrer la chose mieux encore en précisant, autant que possible, les limites d'erreur que comporte la comparaison que j'ai faite. La question offre, d'ailleurs, un très-grand intérêt : car elle constitue une des plus sérieuses difficultés pour l'établissement des lignes isothermes.

» Je n'ai pas besoin, j'ose l'espérer, d'assurer notre confrère que je suis aussi persuadé qu'il peut l'être lui-même de la nécessité de connaître les corrections à appliquer à deux instruments avant de les comparer entre eux. En ce qui touche les thermomètres, je traitais accessoirement la question devant l'Académie, il y a quelques semaines. Dans ma carrière météorologique déjà longue, puisqu'elle a commencé à la Trinidad, en janvier 1840, cette question, sous ses principales faces, est une de celles que j'ai le plus étudiée : et, dès 1843, aux Antilles, je constatais non-seulement l'influence des lieux, mais, à égalité de position, l'influence, qui peut être très-considérable, de la nature et de la coloration du liquide thermométrique (2).

---

(1) *Voir* p. 31.

(2) On a pu voir, à l'exposition de 1865, très-habilement construite par M. Baudin, une sorte de *rose thermométrique spectrale*, composée de thermomètres à alcool, dont j'avais

» En ce qui regarde la correspondance entre les températures de l'Observatoire de Paris et celles qu'on recueille à l'Observatoire météorologique de Montsouris, je m'en suis tellement préoccupé que, dès le mois de mars 1869, c'est-à-dire quand nos observations commençaient à peine à Montsouris, je lisais dans cette enceinte une Note, dans laquelle je faisais remarquer que le défaut de transparence de l'air dans les grandes villes situées dans les vallées tenait à deux causes différentes : l'une, naturelle, dépendant de la position même; l'autre, beaucoup plus importante au point de vue des observations astronomiques et météorologiques, liée à l'accumulation des habitations, des usines, etc., d'où s'exhalent constamment, avec des masses d'air échanffé artificiellement, des flots de vapeurs et de fumée, qui obscurcissent l'air. Faisant application de la chose à l'Observatoire de Paris, je rappelais le très-grand nombre d'expériences comparatives qu'on doit à M. Renou pour déterminer l'erreur qu'introduit, dans les observations thermométriques que l'on y fait, la position défavorable de l'établissement, et j'ajoutais :

« Pendant le mois de janvier 1869, la moyenne des observations de température de 9 heures du matin, à l'Observatoire, est de $+1°,98$; sur le petit plateau de Montsouris, situé au sud de Paris, près des fortifications, cette moyenne n'a été que de $+0°,65$ (1). La moyenne des minima à Paris est de $+0°,37$, et à Montsouris $-0°,44$; la moyenne des maxima est respectivement $6°,06$ et $5°,17$. »

» Depuis lors, le nombre de nos observations s'est accru, sans être suffisant encore pour permettre de calculer la correction avec toute exactitude.

» Néanmoins, en comparant nos moyennes mensuelles (demi-somme des maxima et des minima) avec celles qui sont publiées par le *Bulletin de Statistique municipale*, et signées par le Directeur de l'Observatoire de Paris, je trouve les différences suivantes :

Décembre (1869).....................	0°,40
Janvier (1869 et 1870)................	0°,16

» Ce n'est donc, en moyenne, pour les deux mois, qu'une différence de 0°,28, qu'il faudrait retrancher aux observations de Paris, pour les ramener à celles de Montsouris. Si l'on tenait compte des observations de

---

gradué la coloration d'après les cercles chromatiques de notre illustre confrère M. Chevreul, et dont chacun donnait la température correspondante à sa teinte, température variable d'ailleurs avec les heures du jour et l'état lumineux de l'atmosphère.

(1) En ne tenant pas compte, de part et d'autre, des cinq dimanches, pour lesquels il n'y a pas de lectures à l'Observatoire de Paris.

1870-1871, données par M. Delaunay et par moi-même, dans les dernières séances, cette dernière comparaison offrirait,

Pour décembre, une différence de......	—0°,39
Pour janvier, une différence de........	—0°,29
En moyenne, pour les deux mois......	—0°,34

» Février donne, au contraire, en moyenne, un excès de 0°,19, de Montsouris sur Paris.

» Lors donc que, comme je l'ai fait, *on se borne à comparer les moyennes mensuelles* pour l'ensemble des trois mois d'hiver observés dans les deux stations, l'erreur que l'on commet en négligeant la correction n'atteint, en moyenne, qu'un demi-dixième de degré; la correction de 0°,3, qui s'applique aux moyennes mensuelles de décembre et de janvier, est elle-même très-faible devant les 4°,2, dont la moyenne de ces deux mois, en 1870-1871, est inférieure à la moyenne des cinquante ans.

» Voilà, jusqu'à présent, ce que l'on peut dire de plus précis sur la correction *moyenne* à appliquer pour les trois mois d'hiver aux résultats thermométriques de Paris, afin de les rendre comparables à ceux de Montsouris, ou réciproquement. Les observations subséquentes permettront de mieux déterminer cette correetion.

» Malheureusement, il n'en est plus de même quand on discute les résultats des années précédentes, obtenus à l'Observatoire de Paris. M. Renou a traité cette question dans un travail très-remarquable, modestement intitulé *Instructions météorologiques* (1), et dans un grand nombre de Notes insérées, comme ce Mémoire lui-même, dans les divers volumes de l'*Annuaire de la Société météorologique*. Je ne puis qu'y renvoyer, en priant l'Académie de me laisser reproduire en quelques lignes le petit tableau de moyennes mensuelles sur lequel je me suis appuyé, et que tous les météorologistes me sauront gré de mettre ici à leur portée.

Températures moyennes des cinquante années (1816-1866) *à l'Observatoire de Paris.*

	Mois.	Saisons.		Mois.	Saisons.
Décembre.......	3°,54		Juin..........	17°,24	
Janvier.........	2,32	3°,26	Juillet..........	18,69	18°,12
Février.........	3,91		Août...........	18,44	
Mars...........	6,41		Septembre......	15,59	
Avril...........	10,17	10°,16	Octobre........	11,27	11°,15
Mai.............	13,89		Novembre.......	6,58	

Moyenne de l'année........ 10°,67.

(1) Ce Mémoire, suivi de *Tables usuelles*, avait été tiré à part et mis en librairie. Mais

» Ces résumés, ajoute l'auteur, doivent être notablement différents de » ceux qui ont été calculés par d'autres personnes, parce que j'ai corrigé » les thermomètres, de 1841 à 1853, de l'erreur de l'instrument, en sup- » posant la correction constante dans cet intervalle et égale à — 0°,4 à » zéro et — 0°,5 à 24 degrés (1), parce que j'ai corrigé d'innombrables » erreurs d'impression et comblé les lacunes, d'après mes propres obser- » vations, depuis qu'on néglige les observations du dimanche. »

» Par tout ce que je viens de dire, je crois avoir parfaitement justifié mon mode de comparaison, en tant qu'il s'applique aux *moyennes mensuelles :* ce qui est la seule chose que j'ai faite dans mes trois Notes.

» J'ai eu bien soin, en effet, de ne rien dire des *écarts* extrêmes de la température; d'abord, parce que cela n'entrait pas dans mon plan, puis, parce que la question est tout autre. Mais, M. Delaunay l'ayant abordée dans sa Communication, comme elle offre un intérêt capital, je désire présenter quelques réflexions à ce sujet.

» Qu'il me soit d'abord permis de signaler deux erreurs manifestes qui se sont glissées involontairement dans sa rédaction. Il y est dit, en effet, que le minimum thermométrique de décembre 1870, à l'Observatoire de Paris, a été de — 9°,2 et le minimum thermométrique de janvier 1871 de — 7°,2, tandis qu'on peut s'assurer, en examinant les tableaux qui accompagnent sa Communication, que la température s'est réellement abaissée à — 11°,2 le 24 décembre et à — 11°,0 le 5 janvier. Les minima absolus correspondants ont été, à Montsouris, — 11°,7 et — 11°,9 (2) : différence *en moins* pour Montsouris 0°,7 et 0°,9. Les deux maxima à l'Observatoire

---

l'édition en a été très-promptement épuisée. C'est un véritable manuel du météorologiste.

(1) Si l'on accepte cette correction de M. Renou, sur les cinquante ans (1816-1866), on ne trouve plus qu'un seul mois de décembre (1840) dont la température soit inférieure à celle (— 0°,7) de décembre 1870, et quatre mois de janvier (1826, 1829, 1838 et 1861) dont la température moyenne soit inférieure à celle (— 0°,85) de janvier 1870. Je mets, bien entendu, hors de cause l'hiver central de 1829-1830.

(2) Le minimum de décembre a été, à Collioure, de — 6°,6 le 24; à Vendôme, de — 12° le 24; à Versailles, de — 11°,5 le 25; à Fécamp, le phénomène a été plus complexe : il y a eu un premier minimum de — 10°,3 le 25, puis un second minimum qui a atteint — 11°,7 et — 11°,4 les 30 et 31.

Le minimum absolu de janvier a présenté une marche remarquable. Il est tombé à Collioure les 1 et 2 qui ont tous deux donné — 6°; le 2, à Vendôme, avec — 12°; le 5 (comme à Paris), à Versailles et à Fécamp, où le thermomètre s'est abaissé respectivement à — 13° et à — 12°,3. Cet abaissement de la température a donc, en décembre comme en janvier, été de plus en plus tardif du sud vers le nord, en France. A Copenhague, au contraire, le minimum de décembre est tombé le 21 et le minimum de janvier les 1 et 2, comme à Ven-

de Paris ont été, le 15 décembre et le 22 janvier, 14°,5 et 6°,3, et les mêmes jours, à l'Observatoire de Montsouris, 14°,4 et 6°,7, c'est-à-dire sensiblement égaux pour le premier jour et présentant une différence *en plus* de 0°,4 pour le second.

» Ce fait, qui se présentera presque toujours à peu près sous la même face, explique comment le climat de Montsouris (distant seulement de 1200 mètres de l'Observatoire astronomique), étant relativement *extrême* ou *continental* par rapport à celui du carrefour où est situé le gros bâtiment de l'Observatoire, les deux extrêmes de la température diurne y sont sensiblement plus éloignés, tandis que la moyenne ne diffère que d'un très-petit nombre de dixièmes (l'altitude des instruments étant d'ailleurs à très-peu près la même).

» Ce fait démontre aussi combien le local mis généreusement à la disposition du ministère de l'Instruction publique, par la municipalité parisienne, était bien choisi pour y établir l'Observatoire météorologique central, qui y fonctionne depuis vingt-sept mois, et qui, grâce aux encouragements qui nous ont soutenus dans cette œuvre d'initiative et de bien public, grâce surtout au zèle et au désintéressement de mes jeunes collaborateurs, a pu, bien qu'à peine constitué, traverser, sans faillir un seul instant à sa tâche, des ruines sans exemple et des désastres comme ceux qui nous frappent encore aujourd'hui.

» Je veux ajouter un dernier mot. Relativement aux perfectionnements que le service météorologique a reçus ou va recevoir à l'Observatoire de Paris, et dont son jeune frère peut s'honorer de lui avoir donné l'exemple, qu'il me soit permis d'extraire encore quelques lignes de la Note que j'ai déjà citée, et dans laquelle, à une autre époque, j'indiquais l'influence que pourrait avoir sur les progrès de la météorologie la fondation, toute récente alors, de Montsouris.

« Depuis qu'il est question, disais-je, de la fondation de l'Observatoire de Montsouris, j'ai entendu souvent exprimer la pensée que cette mesure diminuerait sans doute le nombre ou l'importance des observatoires météorologiques existants. Mais, tout au contraire, si quelque météorologiste ou directeur d'observatoire songeait à interrompre ses observations, il faudrait le supplier de n'en rien faire, afin de donner des termes de comparaison et des moyens de correction à ceux qui viendront après nous. Les observatoires météorologiques, dont l'établissement est heureusement peu coûteux, ne seront jamais trop nombreux ni trop rapprochés. D'ailleurs, les routes de la science sont vastes; la nature ne manquera jamais à l'homme; en météorologie, comme en astronomie, une noble et généreuse émulation ne peut

---

dôme et à Collioure. Toutes ces circonstances ne pourront être étudiées que dans un travail d'ensemble.

qu'être féconde, et bien à plaindre serait celui qui, dans une voie qui se consolide encore à peine et sur laquelle chaque pas est un progrès, ne croirait pouvoir avancer qu'à la condition de restreindre ou de supprimer ce qui existe autour de lui, sans se douter qu'il se refuserait ainsi, pour son œuvre, de véritables collaborateurs. »

M. Delaunay, à la suite de cette lecture, s'exprime comme il suit :

« En entendant la lecture que vient de faire M. Ch. Sainte-Claire Deville, il semblerait que, dans ma Communication de lundi dernier, je me suis proposé de critiquer les Notes présentées antérieurement à l'Académie par notre confrère. Il n'en est rien. J'ai seulement fait remarquer que les observations recueillies cet hiver à Montsouris ne peuvent pas être comparées sans inconvénient avec celles qui ont été faites, pendant un grand nombre des années précédentes, à l'Observatoire de Paris; parce que, les conditions n'étant pas les mêmes dans les deux lieux d'observation, il résulte de cette comparaison une altération sensible du caractère spécial de l'hiver que nous venons de traverser. Cet hiver paraît, par là, avoir été plus rigoureux qu'il ne l'a été en réalité. Il m'a semblé que cette remarque était assez importante pour être produite devant l'Académie. »

MÉCANIQUE. — *Formules donnant les pressions ou forces élastiques dans un solide, quand il y en avait déjà en jeu d'une intensité considérable avant les petites déformations qu'on lui a fait éprouver*; par **M. de Saint-Venant.**

« 1. Navier, en 1821, et, plus tard, Lamé et Clapeyron, ont établi les équations et formules des forces élastiques des solides pour le seul cas où ces corps, avant les petits déplacements relatifs supposés subis par leurs points, se trouvaient dans l'état dit *naturel*, où aucune pression ou tension ne s'exerce à leur intérieur.

» Dans l'intervalle, Cauchy et Poisson établirent des formules plus générales, applicables lorsque des pressions d'une intensité quelconque étaient antérieurement en jeu. Celles de Cauchy conviennent à des corps *non isotropes* ou de contexture quelconque. On peut les écrire ainsi, pour la symétrie :

$$
(a)\left\{\begin{aligned}
&p_{xx}=p_{xx}\left(1-\frac{du}{dx}-\frac{dv}{dy}-\frac{dw}{dz}\right)+2\left(p^{\circ}_{xx}\frac{du}{dx}+p^{\circ}{}_{y}\frac{du}{dy}+p_{xz}\frac{du}{dz}\right)+p^{1}_{xx},\\
&\qquad p_{yy}=\ldots\ldots\ldots\ldots,\qquad p_{zz}=\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
&p_{yz}=p^{\circ}_{yz}\left(1-\frac{du}{dx}-\frac{dv}{dy}-\frac{dw}{dz}\right)+\left(p^{\circ}_{yx}\frac{dw}{dx}+p^{\circ}_{yy}\frac{dw}{dy}+p^{\circ}_{yz}\frac{dw}{dz}\right)+\left(p^{\circ}_{zx}\frac{dv}{dx}+p^{\circ}_{zy}\frac{dv}{dy}+p^{\circ}_{zz}\frac{dv}{dz}\right)+p^{1}_{yz},\\
&\qquad p_{zx}=\ldots\ldots\ldots\ldots\qquad p_{xy}=\ldots\ldots\ldots\ldots;
\end{aligned}\right.
$$

et appelant, pour un point M dont les coordonnées étaient x, y, z avant son déplacement, et sont $x+u$, $y+v$, $z+w$ après :

» $p_{xx}, p_{yy}, p_{zz}, p_{yz}=p_{zy}, p_{zx}=p_{xz}, p_{xy}=p_{yx}$ (suivant la notation conseillée par Coriolis, adoptée par Cauchy en 1854 et par M. Rankine en 1861) les composantes, dans la direction fixe de chaque deuxième indice, des pressions sur l'unité de petites faces perpendiculaires aux directions du premier, après que les déplacements u, v, w ont eu lieu,

$p^0_{xx},\ldots,\ldots, p^0_{yz},\ldots,\ldots$, les valeurs qu'elles avaient avant ces déplacements;

$p^1_{xx},\ldots,\ldots, p^1_{yz},\ldots,\ldots$, des portions des pressions nouvelles, ayant les expressions :

$$(b)\quad \begin{cases} p^1_{xx} = \mathrm{a}_{xxxx}\partial_x + \mathrm{a}_{xxyy}\partial_y + \mathrm{a}_{xxzz}\partial_z + \mathrm{a}_{xxyz}\mathrm{g}_{yz} + \mathrm{a}_{xxzx}\mathrm{g}_{zx} + \mathrm{a}_{xxxy}\mathrm{g}_{xy}, \\ p^1_{yz} = \mathrm{a}_{yzxx}\partial_x + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \mathrm{a}_{yzxy}\mathrm{g}_{xy}; \end{cases}$$

où 1° $\mathrm{a}_{xxxx},\ldots, \mathrm{a}_{yzxy}$ sont divers coefficients d'élasticité de la matière du corps, pour l'état où il était avant les déplacements u, v, w, ou lorsque ses pressions n'étaient que les p^0;

» 2° $\partial_x, \partial_y, \partial_z$ sont les trois dilatations subies par des lignes $=1$, parallèles aux x, y, z;

» 3° $\mathrm{g}_{yz}, \mathrm{g}_{zx}, \mathrm{g}_{xy}$ sont les *glissements*, cosinus des angles que forment deux à deux ces trois lignes devenues légèrement obliquangles;

» En sorte qu'on a, lorsque non-seulement les six *déformations élémentaires* ∂, g sont très-petites (ce qui est nécessaire à la stabilité de la contexture élastique), mais que, de plus, toutes les dérivées $\dfrac{d(u,v,w)}{d(x,y,z)}$ sont très-petites elles-mêmes,

$$(c)\quad \begin{cases} \partial_x = \dfrac{du}{dx}, \quad \partial_y = \dfrac{dv}{dy}, \quad \partial_z = \dfrac{dw}{dz}, \\ \mathrm{g}_{yz} = \dfrac{dv}{dz} + \dfrac{dw}{dy}, \quad \mathrm{g}_{zx} = \dfrac{dw}{dx} + \dfrac{du}{dz}, \quad \mathrm{g}_{xy} = \dfrac{du}{dy} + \dfrac{dv}{dx}. \end{cases}$$

» 2. Il est évident que, lorsque les pressions primitives $p^0_{xx}, p^0_{yy},\ldots, p^0_{xy}$ n'ont que des intensités du même ordre de grandeur que celles qui y sont ajoutées par les déplacements u, v, w, l'on peut réduire les formules (a) à

$$(d)\quad \begin{cases} p_{xx} = p^0_{xx} + p^1_{xx}, \quad p_{yy} = \ldots, \quad p_{zz} = \ldots, \\ p_{yz} = p^0_{yz} + p^1_{yz}, \quad p_{zx} = \ldots, \quad p_{xy} = \ldots. \end{cases}$$

» Il n'en est pas de même quand les $p^0_{xx},\ldots, p^0_{xy}$ ont des intensités relativement très-considérables, même lorsqu'elles restent dans les limites de

la conservation de la contexture. Il faut alors tenir compte de leurs produits par les dérivées des déplacements, ou de tous les termes qui précèdent les p^1 dans les formules complètes (a) de Cauchy.

» 3. Mais il y a plus. Les coefficients $\mathrm{a}_{xxxx}, \ldots, \mathrm{a}_{yzxy}$ (ainsi qu'on verra mieux par leurs expressions) dépendent des distances où se trouvaient les molécules les unes des autres, au moment où les forces élastiques étaient $p^\circ_{xx}, \ldots, p^\circ_{xy}$. Par conséquent, ils dépendent des forces $p^\circ_{xx}, \ldots$ elles-mêmes.

» Or, on ne peut pas supposer qu'on ait mesuré d'avance ces coefficients pour toutes les valeurs possibles des $p^\circ_{xx}, \ldots, p^\circ_{xy}$, qui sont au nombre des données, variables d'intensité d'un problème à un autre.

» Si donc on est dans le cas d'en résoudre plusieurs où ces données doivent avoir divers systèmes de valeurs, il convient de pouvoir exprimer les coefficients $\mathrm{a}_{xxxx}, \ldots$, en fonction des p°, et d'autres coefficients d'elasticité, *de valeur fixe*, que nous appellerons

$$(e) \qquad \mathrm{a}^\circ_{xxxx}, \quad \mathrm{a}^\circ_{xxyy}, \ldots, \quad \mathrm{a}^\circ_{yzxy}, \ldots,$$

supposés avoir été une fois mesurés par des expériences faites sur le corps pris dans un état constant et déterminé, soit l'état *naturel*, soit, plutôt, l'état habituel où il n'est sollicité que par la pression atmosphérique, ainsi que par son poids propre et la réaction de ses appuis (*).

» La recherche de ces expressions des coefficients variables $\mathrm{a}_{xxxx}, \ldots$, en fonction de quantités fixes ou données, telles que les a°, est l'objet principal de la présente Note.

» 4. Rappelons d'abord que les formules complètes de pression (a) de Cauchy ont été établies par un calcul de résultantes d'actions s'exerçant entre molécules très-proches, suivant leurs lignes de jonction, et ayant des intensités fonctions de leurs distances mutuelles imperceptibles.

» Elles ne peuvent être démontrées qu'au moyen d'un pareil calcul. Et l'emploi de ce calcul est parfaitement légitime; car on peut même remarquer que l'existence et la loi des actions moléculaires, prouvées par l'ensemble des faits physiques, sont toujours invoquées, au moins tacitement,

---

(*) Les coefficients $\mathrm{a}_{xxxx}, \ldots$ ou $\mathrm{a}^\circ_{xxxx}, \ldots$ dépendent encore de la manière dont les axes des x, y, z sont dirigés dans l'intérieur du corps, ou orientés par rapport à ses plans principaux de contexture, s'il n'est pas isotrope. Comme il existe des formules (*Mémoire sur la distribution des élasticités autour de chaque point*, etc, au *Journal de M. Liouville*, 1863, p. 292 et suivantes) pour déduire, des coefficients a relatifs à une orientation donnée, ceux qui le sont à toute autre, nous supposerons, dans ce qui suit, que les coefficients connus a° sont relatifs à la même orientation que ceux a dont on cherche la valeur.

dans la théorie de l'élasticité, même par ceux qui, depuis plusieurs années, repoussent tout calcul de ce genre, afin de pouvoir nier quelques-unes de ses conséquences, dont ils n'ont cependant pas prouvé la fausseté (*).

» Or, d'après ce calcul, les coefficients a_{xxxx}, $a_{yyzz} = a_{yzyz}, \ldots$, au nombre de *quinze* dans le cas le plus général de contexture (**), et que nous écrirons plutôt, pour abréger, a_{x^4}, $a_{y^2z^2}, \ldots$, ont les expressions suivantes, qui constituent leur définition :

$$(f) \quad a_{x^4} \text{ ou } a_{y^2z^2} \text{ ou } a_{y^3z} \text{ ou } a_{x^2yz} = \frac{\rho}{2} \mathbf{S} m \frac{d\frac{fr}{r}}{rdr} (\mathrm{x}^4 \text{ ou } \mathrm{y}^2\mathrm{z}^2 \text{ ou } \mathrm{y}^3\mathrm{z} \text{ ou } \mathrm{x}^2\mathrm{yz}),$$

en appelant :

- **S** une somme relative à toutes les molécules m autour et à proximité du point $M(x, y, z)$;
- r leurs distances à ce point, dans l'état où se trouve le corps avant les déplacements u, v, w;
- ρ la densité, dans le même état;
- x, y, z les projections de r sur les trois axes coordonnés fixes;
- fr la fonction de r exprimant l'action mutuelle de deux molécules dont la ligne de jonction a cette grandeur r, ainsi que la direction définie par x, y, z, pour l'unité des masses de ces molécules.

» Ce que nous nous proposons est, d'après ce qui vient d'être dit, d'exprimer ces mêmes coefficients $a_{x^4}, \ldots$ en fonction de coefficients du même genre et censés connus, que nous appelons

$$a^\circ_{x^4},\ a^\circ_{y^2z^2},\ a^\circ_{y^3z},\ a^\circ_{x^2yz}, \ldots,$$

(*) J'avoue avoir cru quelque temps (Mémoire cité de 1863, n° 3) pouvoir démontrer ces formules (a) d'une autre manière que Cauchy, à savoir en partant seulement de leur *linéarité* en $\frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}, \ldots$, qui est admise par tout le monde, bien qu'elle ne puisse elle-même être établie qu'en invoquant, d'une manière patente ou cachée, la grande loi physique en question. Mais, depuis les observations judicieuses qui m'ont été présentées par M. Brill, *privatdocent* à l'Université de Giessen, et surtout par M. Boussinesq, professeur à Gap, je rénonce à la tentative que j'avais ainsi faite, dans une vue de conciliation, pour contenter une opinion qui n'est pas la mienne, ou pour rendre, comme je l'espérais, la démonstration des formules (a) indépendante de toute invocation explicite de la grande loi que j'admets, et que d'autres rejettent, tout en l'employant à leur insu.

(**) *Voyez* le Mémoire cité de 1863, et l'Appendice V à l'édition annotée (1864) des *Leçons* de Navier, et, aussi, l'extrait d'un Mémoire de M. Cornu: *De la méthode optique pour l'étude de la déformation des solides*, au *Compte rendu* du 12 août 1869.

relatifs aux distances moléculaires qui ont lieu dans un état constant où les pressions ont des valeurs moindres que les p^0, et que nous désignerons par

$$p^{00}_{xx},\ p^{00}_{yy},\ p^{00}_{zz},\ p^{00}_{yz},\ p^{00}_{zx},\ p^{00}_{xy}.$$

» Pour cela, nous nommerons

$$x_0,\ y_0,\ z_0 \quad \text{et} \quad \rho_0,\ r_0,\ \mathrm{x}_0,\ \mathrm{y}_0,\ \mathrm{z}_0$$

les coordonnées de M, la densité, les distances et leurs projections pour cet autre état, et

$$u_0,\ v_0,\ w_0,\ \partial^0_x = \frac{du_0}{dx_0},\ \partial^0_y = \ldots,\ \partial^0_z = \ldots,\ g^0_{yz} = \frac{dv_0}{dz_0} + \frac{dw_0}{dy_0},\ g^0_{zx} = \ldots,\ g^0_{xy} = \ldots$$

les déplacements, dilatations et glissements supposés petits (mais pouvant être bien plus considérables que ceux $u, v, w, \partial_x, \ldots, g_{xy}$), que le corps a dû éprouver quand il a passé de l'état constant, où les pressions étaient les p^{00}, à celui où elles étaient les p^0.

» Et nous nous servirons, pour transformer les $(f)a_{x1}, \ldots$, du procédé par lequel Cauchy a transformé les

$$p_{xx} \quad \text{ou} \quad p_{yz} = \frac{\rho_1}{2}\,\mathbf{S} m \frac{f r_1}{r_1}(\mathrm{x}_1^2 \ \text{ou} \ \mathrm{y}_1 \mathrm{z}_1),$$

où $\rho_1, r_1, \mathrm{x}_1, \mathrm{y}_1, \mathrm{z}_1$ étaient relatifs à l'état final, qui *suit* les déplacements u, v, w, en expressions où n'entrent que les quantités correspondantes antérieures $\rho, r, \mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z}$.

» 5. Nous ferons donc, conformément au procédé rappelé, et vu que les deux points très-proches M, m, qui, dans l'état où les pressions étaient les p^{00}, avaient pour coordonnées x_0, y_0, z_0 et $x_0 + \mathrm{x}_0, y_0 + \mathrm{y}_0, z_0 + \mathrm{z}_0$, ont, dans l'état où elles sont p^0, les coordonnées

$$x = x_0 + u_0, \quad y = y_0 + v_0, \quad z = z_0 + w_0$$

et

$$x + \mathrm{x} = x_0 + u_0 + \mathrm{x}_0 + \frac{du_0}{dx_0}\mathrm{x}_0 + \frac{du_0}{dy_0}\mathrm{y}_0 + \frac{du_0}{dz_0}\mathrm{z}_0, \quad y + \mathrm{y} = \ldots, \quad z + \mathrm{z} = \ldots,$$

nous ferons, dis-je, dans l'expression (f) des a,

$$(g) \quad \mathrm{x} = \mathrm{x}_0 + \frac{du_0}{dx_0}\mathrm{x}_0 + \frac{du_0}{dy_0}\mathrm{y}_0 + \frac{du_0}{dz_0}\mathrm{z}_0, \quad \mathrm{y} = \mathrm{y}_0 + \frac{du_0}{dx_0}\mathrm{x}_0 + \ldots, \quad \mathrm{z} = \mathrm{z}_0 + \ldots;$$

$$(h) \quad \left\{ \begin{aligned} r - r_0 &= -r_0 + (\mathrm{x}^2 + \mathrm{y}^2 + \mathrm{z}^2)^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{\mathrm{x}_0^2}{r_0}\partial^0_x + \frac{\mathrm{y}_0^2}{r_0}\partial^0_y + \frac{\mathrm{z}_0^2}{r_0}\partial^0_z + \frac{\mathrm{y}_0\mathrm{z}_0}{r_0} g^0_{yz} + \frac{\mathrm{z}_0\mathrm{x}_0}{r_0} g^0_{zx} + \frac{\mathrm{x}_0\mathrm{y}_0}{r_0} g^0_{xy}, \end{aligned} \right.$$

$$(i)\qquad \frac{d\frac{fr}{r}}{r\,dr}=\frac{d\frac{fr_0}{r_0}}{r_0\,dr_0}+(r-r_0)\frac{d\frac{d\frac{fr_0}{r_0}}{r_0\,dr_0}}{dr_0},$$

$$(j)\qquad \rho=\rho_0:(1+\partial_x^\circ)(1+\partial_y^\circ)(1+\partial_z^\circ)=\rho_0(1-\partial_x^\circ-\partial_y^\circ-\partial_z^\circ).$$

» Nous aurons ainsi d'abord, en négligeant les carrés et produits des dérivées de u_0,

$$\mathrm{x}^4=\mathrm{x}_0^4+4\mathrm{x}_0^3\left(\mathrm{x}_0\frac{d}{dx_0}+\mathrm{y}_0\frac{d}{dy_0}+\mathrm{z}_0\frac{d}{dz_0}\right)u_0;$$

et nous pouvons observer de suite qu'en effectuant les multiplications, la partie en $r-r_0$ de (i) donnera des sommes $\mathbf{S}$ de termes affectés de produits du sixième degré des grandeurs imperceptibles x_0, y_0, z_0, c'est-à-dire d'un degré égal et d'un degré supérieur d'une unité à ceux que nous aurions si nous tenions compte, dans les développements (g) de x, y, z, des termes affectés des dérivées du troisième et du deuxième ordre de u_0, v_0, w_0. Une pareille approximation, ainsi que celle qui résulte de la mise en compte de la dérivée seconde de la fonction moléculaire fr, peut être utile dans certaines questions délicates des théories de la lumière et de la chaleur, mais elle est superflue dans la question qui nous occupe. Réduisons donc l'expression (i) à son premier terme, et remarquons qu'on a

$$(k)\quad \mathrm{a}_{x^4}^\circ \text{ ou } \mathrm{a}_{y^2z^2}^\circ \text{ ou } \mathrm{a}_{y^3z}^\circ \text{ ou } \mathrm{a}_{x^2yz}^\circ=\frac{\rho_0}{2}\mathbf{S}m\frac{d\frac{fr_0}{r_0}}{r_0\,dr_0}(\mathrm{x}_0^4 \text{ ou } \mathrm{y}_0^2\mathrm{z}_0^2 \text{ ou } \mathrm{y}_0^3\mathrm{z}_0 \text{ ou } \mathrm{x}_0^2\mathrm{y}_0\mathrm{z}_0);$$

nous obtiendrons la première expression

$$\mathrm{a}_{x^4}=\mathrm{a}_{x^4}^\circ\left(1-\frac{du_0}{dx_0}-\frac{dv_0}{dy_0}-\frac{dw_0}{dz_0}\right)+4\left(\mathrm{a}_{x^4}^\circ\frac{du_0}{dx_0}+\mathrm{a}_{x^3y}^\circ\frac{du_0}{dy_0}+\mathrm{a}_{x^3z}^\circ\frac{du_0}{dz_0}\right).$$

Composant de même $\mathrm{y}^2\mathrm{z}^2$, $\mathrm{y}^3\mathrm{z}$, $\mathrm{x}^2\mathrm{yz}$, en faisant symboliquement

$$(l)\qquad \mathrm{a}_x^\circ\mathrm{a}_x^\circ\mathrm{a}_x^\circ\mathrm{a}_x^\circ=\mathrm{a}_{x^4}^\circ,\quad \mathrm{a}_z^\circ.\mathrm{a}_{xyz}^\circ=\mathrm{a}_{xyz^2}^\circ,\ldots,$$

nous aurons cette formule finale très-symétrique, où les caractéristiques d de différentiation doivent porter seulement, après le développement, sur les u_0, v_0, w_0,

$$(m)\left\{\begin{aligned}&\mathrm{a}_{x^4} \text{ ou } \mathrm{a}_{y^2z^2} \text{ ou } \mathrm{a}_{y^3z} \text{ ou } \mathrm{a}_{x^2yz}\\ &\quad=(\mathrm{a}_{x^4}^\circ \text{ ou } \mathrm{a}_{y^2z^2}^\circ \text{ ou } \mathrm{a}_{y^3z}^\circ \text{ ou } \mathrm{a}_{x^2yz}^\circ)\left(1-\frac{du_0}{dx_0}-\frac{dv_0}{dy_0}-\frac{dw_0}{dz_0}\right)+\left(\mathrm{a}_x^\circ\frac{d}{dx_0}+\mathrm{a}_y^\circ\frac{d}{dy_0}+\mathrm{a}_z^\circ\frac{d}{dz_0}\right)\\ &\qquad\times[4\mathrm{a}_{x^3}^\circ u_0 \text{ ou } 2(\mathrm{a}_{yz^2}^\circ v_0+\mathrm{a}_{y^2z}^\circ w_0) \text{ ou } (3\mathrm{a}_{y^2z}^\circ v_0+\mathrm{a}_{y^3}w_0) \text{ ou } (2\mathrm{a}_{xyz}^\circ u_0+\mathrm{a}_{x^2z}^\circ v_0+\mathrm{a}_{x^2y}^\circ w_0)],\end{aligned}\right.$$

et où figurent, ainsi, les dérivées $\frac{d(u_0, v_0, w_0)}{d(x_0, y_0, z_0)}$ des déplacements entre les deux états où les pressions étaient respectivement les p^{00} et les p^0, et qui ont précédé les déplacements finalement opérés u, v, w.

» 6. Maintenant, substituons les expressions (m) dans les sextinômes (b) p^1_{xx}, p^1_{yz} et ceux-ci dans les formules (a) de Cauchy, puis faisons, pour abréger,

$$(n)\quad (\mathrm{a}^\circ_{xx} \text{ ou } \mathrm{a}^\circ_{yz})(\mathrm{a}^\circ_{xx}\partial_x + \mathrm{a}^\circ_{yy}\partial_y + \mathrm{a}^\circ_{zz}\partial_z + \mathrm{a}^\circ_{yz}g_{yz} + \mathrm{a}^\circ_{zx}g_{zx} + \mathrm{a}^\circ_{xy}g_{xy}) = p^{01}_{xx} \text{ ou } p^{01}_{yz},$$

c'est-à-dire appelons p^{01} des sextinômes composés en $\partial_x, \partial_y, \ldots, g_{xy}$ avec les coefficients a^0, comme ceux (b) p^1 le sont avec les coefficients a, et étendons aux p^0 et p^{01}, comme nous ferons plus loin aux p^{00}, la notation symbolique (l) des a^0. Nous aurons, en négligeant les produits des dérivées $\frac{d(u, v, w)}{d(x, y, z)}$ entre elles, mais non pas leurs produits par les dérivées supposées bien plus grandes $\frac{d(u_0, v_0, w_0)}{d(x_0, y_0, z_0)}$, la formule générale suivante, donnant les composantes des pressions après les déplacements u, v, w, en fonction des coefficients d'élasticité a°_{xxxx}, $\mathrm{a}^\circ_{xxyy}, \ldots$ mesurés pour un état constant, et des neuf dérivées de u, v, w en x, y, z, ainsi que des neuf dérivées de u_0, v_0, w_0 en x_0, y_0, z_0,

$$(o)\quad \left\{ \begin{aligned} p_{xx} \text{ ou } p_{yz} = {} & (p^\circ_{xx} \text{ ou } p^\circ_{yz})(1 - \partial_x - \partial_y - \partial_z) + (p^{01}_{xx} \text{ ou } p^{01}_{yz})(1 - \partial^\circ_x - \partial^\circ_y - \partial^\circ_z) \\ & + \left(p^\circ_x \frac{d}{dx} + p^\circ_y \frac{d}{dy} + p^\circ_z \frac{d}{dz}\right)(2p^\circ_x u \text{ ou } p^{\circ\prime}_y w + p^\circ_z v) \\ & + \left(p^{01}_x \frac{d}{dx_0} + p^{01}_y \frac{d}{dy_0} + p^{01}_z \frac{d}{dz_0}\right)(2p^{01}_x u_0 \text{ ou } p^{01}_y w_0 + p^{01}_z v_0) \\ & + (\mathrm{a}^\circ_{xx} \text{ ou } \mathrm{a}^\circ_{yz})\left(\mathrm{a}^\circ_x \frac{d}{dx_0} + \mathrm{a}^\circ_y \frac{d}{dy_0} + \mathrm{a}^\circ_z \frac{d}{dz_0}\right) \\ & \quad \times [(2\mathrm{a}^\circ_x\partial_x + \mathrm{a}^\circ_y g_{xy} + \mathrm{a}^\circ_z g_{zx})u_0 \\ & \qquad + (\mathrm{a}^\circ_x g_{xy} + 2\mathrm{a}^\circ_y \partial_y + \mathrm{a}^\circ_z g_{yz})v_0 \\ & \qquad + (\mathrm{a}^\circ_x g_{zx} + \mathrm{a}^\circ_y g_{xy} + 2\mathrm{a}^\circ_z \partial_z)w_0]; \end{aligned} \right.$$

les différentiations par rapport à x, y, z, indiquées dans la seconde ligne, portant sur les u, v, w, et les différentiations par rapport à x_0, y_0, z_0, indiquées ensuite, portant sur les u_0, v_0, w_0.

» Dans une Note subséquente, je donnerai une autre manière d'établir cette formule générale (o), qui, au reste, est applicable même lorsque les déplacements u_0, v_0, w_0, toujours petits, ont été cependant capables d'altérer la contexture élastique de la matière, ou de produire de petites déformations permanentes. »

ASTRONOMIE. — *Nouveaux résultats d'observations, concernant la constitution physique du Soleil.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 20 mars 1871.

» Je viens de recevoir le *Compte rendu* du 6 courant, avec les numéros arriérés, et je les ai salués avec le transport que l'on éprouve en revoyant, après une longue absence, un vieil ami qui vient d'échapper à un grand danger. Permettez-moi de m'exprimer ainsi, et d'adresser à l'Académie une nouvelle Communication, comme témoignage de ma considération pour tous mes collègues, et de félicitation pour le courage dont ils ont fait preuve pendant ce triste intervalle de temps.

» Je n'ai pas cessé de m'occuper de mon sujet d'observation habituel, le Soleil. J'espérais pouvoir résoudre quelqu'un des problèmes les plus difficiles de la couronne pendant l'éclipse du 22 décembre dernier, mais le mauvais temps ne m'a permis d'obtenir que des résultats assez médiocres. Les photographies n'ont pas été concluantes, pendant la totalité. J'ai eu cependant le bonheur de voir, avec le spectroscope, que les extrémités des cornes des phases très-minces donnent un spectre très-discontinu. Cette observation est très-intéressante; elle a été faite d'une manière plus complète par M. Young en Espagne, qui a constaté le renversement de tout le spectre au bord du Soleil, et confirmé l'observation que j'avais faite, en plein soleil, de l'existence, à ce bord, d'un spectre continu.

» Le R. P. Denza, pour lequel j'avais disposé un spectroscope dans un chercheur de grande lumière, a constaté dans la couronne deux lignes brillantes, qui ne sont pas celles des protubérances : l'une se trouve dans le vert, près de E; l'autre dans la limite du jaune et du bleu : le temps très-court pendant lequel nous avons pu jouir de la totalité, à cause des nuages, n'a pas permis de faire davantage et d'en fixer les positions.

» De mes observations de l'éclipse de 1860 en Espagne, j'avais conclu que, dans la couronne, outre l'élément solaire, il y a un élément atmosphérique terrestre qui produit les aigrettes par diffusion. La dernière éclipse vient de confirmer cette idée, car on a vu les raies de l'hydrogène, dues à la lumière des protubérances, à une très-grande distance, et sur la Lune elle-même.

» Quant aux observations ordinaires des protubérances en plein soleil, je suis arrivé à cette conclusion importante, qu'il faut distinguer entre les *jets* de gaz lumineux et les *nuages* brillants. Avec un petit instrument,

on pourrait les confondre; avec un grand instrument, la différence est très-marquée. C'est pourquoi, au commencement, j'avais eu de la difficulté à me mettre d'accord avec un autre observateur. La dernière période d'activité solaire a offert un grand nombre de ces phénomènes bien tranchés. Les *nuages* se substituent aux *jets*, mais il ne faut pas les confondre avec eux.

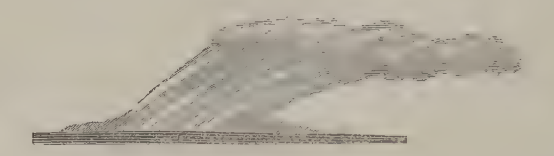
» Dans les *jets*, on observe ordinairement d'autres lignes brillantes que celles de l'hydrogène; dernièrement, le 12 mars, j'ai même trouvé un jet très-remarquable, dans lequel se renversait la presque totalité des raies, ou au moins *toutes* celles du fer, du sodium et d'autres métaux. Ce jet était composée de filaments très-brillants et très-déliés. Dans cette protubérance, j'ai pu vérifier aussi la structure de la raie F, en forme de fer de lance, que



je n'avais jamais rencontrée, et qui a été vue par M. Lockyer. J'ai vu aussi la dilatation de la raie C, en forme de losange, telle que la décrit cet auteur, et les distorsions des lignes C_3 et F, que je désirais vivement vérifier. Le renversement du spectre à la base de cette protubérance était tel qu'on le voyait sillonné par une bande longitudinale brillante, qui faisait disparaître presque toutes les lignes noires.

» Comme j'ai observé le Soleil assez souvent et que j'ai rencontré rarement ces phénomènes, j'ai voulu en faire mention ici. Un fait plus ordinaire est de voir les raies voisines du magnésium renversées; quant à celles du magnésium proprement dites, je ne les ai rencontrées qu'une fois. Ordinairement, dans ces jets brillants (6, 7, 11 mars), on voyait briller une ligne dans l'intervalle des deux lignes les plus voisines du magnésium, et une autre du côté le moins réfrangible de la troisième du magnésium : elles appartiennent probablement au fer. Le 11 mars, celle qui est dans l'intervalle de deux raies étroites était si vive, qu'elle empiétait sur les deux raies noires voisines du magnésium. La structure filamenteuse des jets était très-marquée le 7 mars : chaque filet, arrivé à une certaine élévation, s'arrêtait et s'entortillait sur lui-même, en donnant naissance à un nuage brillant. L'apparence était celle d'une pluie de feu, descendant obliquement du

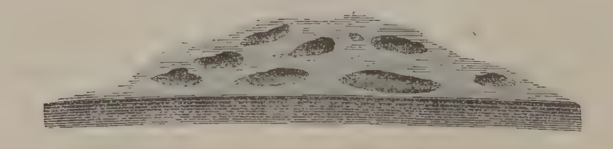
nuage. Ces jets se transforment visiblement en des nuages : ceux-ci restent à leurs places, ou s'élèvent au-dessus d'eux.



» C'est là ce qu'on observe dans l'image rouge des protubérances, et dans les images bleues. Dans l'image jaune, (D_3), les choses se passent différemment : ces nuages sont très-rares, et lorsqu'on en voit, ce sont plutôt des groupes de jets. Souvent, dans le rouge, la forme véritable du jet est masquée par ces nuages; dans le jaune, on voit sa forme véritable sans nuage; cette distinction des deux images n'a pas été faite encore, à ma connaissance. Elle me paraît très-importante pour trancher la question de savoir si la raie D_3 est due à l'hydrogène; d'après ces différences de forme, je crois qu'elle ne lui appartient pas. Bien souvent, des filets brillants sont visibles dans le rouge, que l'on ne voit pas dans le jaune.

» Les nuages rouges sont diffus et mal terminés, tandis que les jets sont très-nets; au-dessus de l'immense jet du 6 mars, on voyait un double nuage, trois fois plus haut que lui, et planant, presque suspendu à 2 minutes de hauteur au-dessus de lui, alimenté par un filet très-délié. La matière des jets paraît plus lourde que celle des nuages, car on y observe la chute parabolique bien tranchée, comme dans le jet colossal dernièrement cité; les changements y sont plus rapides, pendant que les nuages, quoique très-variables, sont plus persistants. Il est rare d'avoir un jet qui persiste plus d'une heure; quelquefois les transformations s'accomplissent en quelques minutes; et par là, on voit combien il est difficile que divers observateurs arrivent à voir le même objet.

» Les nuages affectent souvent une forme cellulaire, comme des arcades amoncelées l'une sur l'autre et laissant des interstices noirs ovales, qui peu-



vent se superposer en deux et trois couches successives. On n'observe rien de pareil dans les jets, qui, tout au plus, ont une forme parabolique simple ou ramifiée. Cette distinction met d'accord un grand nombre d'ob-

servations, et explique des formes bizarres qui sont particulières aux nuages et que je n'ai jamais rencontrées dans les jets. Je crois que cette distinction se voit mieux avec un grand instrument; avec un petit instrument, on confond facilement les deux classes de proéminences. Ainsi, ce qui paraît un jet à la lunette de Cauchoix, de 6 pouces, est un nuage au grand équatorial de Merz, de 9 pouces. Les immenses traînées courbes et tourmentées en tous sens, qu'on voit parfois s'élever à 3 et 4 minutes, m'ont paru toujours, jusqu'ici, des nuages et jamais des jets. Enfin, dans les nuages, on ne voit que les raies de l'hydrogène, très-rarement la raie D_3 et encore elle y est très-faible.

» Il est très-ordinaire de voir un petit jet s'arrêter à une certaine élévation au-dessus de la chromosphère, et s'épanouir en un large chapeau, de constitution absolument nuageuse. Il parait, d'après cela, que les gaz, en s'élevant, se refroidissent en trouvant une couche de niveau d'une moindre densité, qui paraît parfois très-étendue et très-régulière. Bien souvent ces couches sont à deux étages, rarement à trois. On ne trouve jamais, dans ces étages élevés, les raies des vapeurs plus lourdes que l'hydrogène.

» Il est remarquable que, toutes les fois que l'on observe un jet d'une grande vivacité au bord, on y voit aussi une facule. Je m'en suis convaincu en observant l'image solaire projetée et agrandie dans le dôme noir de l'équatorial de Cauchoix. Sans doute on ne peut pas s'attendre à la réciproque, c'est-à-dire à voir toujours une facule où l'on trouve une simple proéminence nuageuse, car la lumière est moins intense, et les facules faibles disparaissent au bord. Mais en marquant les régions faculeuses de l'image solaire, et attendant qu'elles arrivent au bord, on trouve que là il y a toujours une plus grande quantité de protubérances, ou au moins une chromosphère plus élevée.

» Tels sont les résultats les plus intéressants auxquels je suis arrivé en étudiant ces objets difficiles : j'ai pu les constater avec des instruments très-différents, même pendant mon voyage en Sicile, et profiter là du grand équatorial de Merz de l'observatoire de Palerme. Seulement, j'ajouterai que, avec les grandes lunettes, on ne peut pas ouvrir la fente proportionnellement aux grandeurs des protubérances, car alors on recevrait trop de lumière atmosphérique; à cause de la grandeur de l'image, on est obligé d'observer les grandes masses par sections successives. De sorte que, à chaque section, on observe seulement la moitié de ce qu'on pourrait observer avec un petit instrument. C'est l'omission de cette petite précaution qui a retardé les progrès des observations faites avec notre grande lunette.

Maintenant que je me suis familiarisé avec l'usage de ce grand instrument et de la lunette plus petite de Cauchoix, je trouve la grande bien préférable, pour l'étude des détails.

» J'ajouterai, en terminant, que, à l'occasion des dernières belles taches, j'ai vérifié les résultats du spectre d'absorption que j'ai fait connaître autrefois à l'Académie. Les observations des jets démontrent définitivement que ces facules sont réellement des proéminences sur la photosphère solaire, et que, par conséquent, les granulations, qui sont des facules en miniature, sont elles-mêmes de petits jets qui, vus au bord du Soleil, montrent le spectre direct observé par moi d'abord, et dernièrement sans incertitude par M. Young, pendant l'éclipse. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la théorie de la poussée des terres.* Note de **M. J. Curie**, présentée par M. Combes.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Combes, Vaillant, de Saint-Venant.)

« Depuis que notre théorie de la *poussée des terres* a été présentée à l'Académie, dans sa séance du 21 décembre 1868, il a paru dans les *Comptes rendus*, à la date du 7 février 1870 (p. 217), un Rapport de M. de Saint-Venant sur une autre théorie relative au même objet, due à M. Maurice Lévy, dans laquelle l'auteur se fonde sur trois théorèmes qui ont été découverts par Cauchy en 1823 et insérés en 1827 dans les *Exercices de Mathématiques* (p. 42 et 108).

» L'ouvrage que nous avons aujourd'hui l'honneur d'offrir à l'Académie reproduit, avec quelques modifications de détail, notre Mémoire de 1868, auquel nous avons ajouté quelques développements dont l'objet est d'établir que la théorie généralement admise est, en réalité, uniquement applicable, sous la réserve de quelques corrections que nous indiquons, à la poussée exercée par un corps solide ou par une série de lames superposées, tendant à glisser sur un plan incliné.

» La Note que nous présentons en même temps, a pour but de faire voir que, dans le cas d'un remblai ordinaire dépourvu de cohésion, tel par exemple qu'un sable parfaitement sec, les théorèmes de Cauchy, énoncés par M. de Saint-Venant (*Comptes rendus*, 1870, p. 220), ne sont pas tous trois applicables.

» Cela tient à ce que, si les considérations développées par Cauchy sont rigoureuses quand il s'agit d'une matière mathématiquement homogène, ou dont la densité varie d'une manière continue dans toute la masse, elles cessent de l'être quand il s'agit de l'ensemble d'un nombre considérable de petits corps solides, tels que les grains de sable dont se compose un remblai, pour lequel il n'y a lieu de considérer qu'une homogénéité relative non à la densité absolue, mais à la *densité gravimétrique,* supposée mesurée comme celle de la poudre.

» Nous faisons remarquer d'abord qu'il est inutile de s'occuper des équations qui expriment les conditions d'équilibre des moments des différentes forces qui sollicitent le parallélipipède élémentaire : chaque particule solide peut ainsi être considérée comme libre d'établir pour elle-même son équilibre de rotation, en faisant, s'il est nécessaire, uu petit mouvement qui ne changera rien aux conditions d'équilibre de l'ensemble, lesquelles seules nous intéressent.

» De plus, le deuxième théorème, que Cauchy déduit de ces équations, n'est pas vrai dans l'hypothèse d'un corps solide reposant à frottement sur un plan incliné susceptible d'une résistance indéfinie, attendu qu'une force oblique à ce plan et appliquée au corps solide est détruite directement par la réaction normale du plan incliné combinée avec le frottement, en sorte qu'il n'est pas nécessaire, pour l'équilibre, que l'effet de la composante tangentielle soit détruit par celui d'une autre force de même nature, appliquée à la face adjacente et ayant un moment égal et de sens contraire.

» Les choses se passent de la même manière dans la masse d'un remblai dépourvu de cohésion.

» Ce qui rompt la symétrie et permet d'établir l'équilibre des moments, en rendant possible la destruction directe des pressions exercées sur chaque particule solide par la partie supérieure du remblai, c'est le fait que chacun des petits corps qui constituent ce remblai peut être considéré comme un solide indéformable, reposant sur un élément plan incliné dont la résistance peut être regardée comme indéfinie, par la raison que les pressions que cette surface a à supporter sont transmises au terrain solide par l'intermédiaire de la partie du remblai située au-dessous de cet élément plan. Il est clair que ces conditions sont très-différentes de celles dans lesquelles le deuxième théorème de Cauchy est applicable.

» De ce qui précède, il résulte que les deux premières équations de M. Lévy [(1) et (2), *Comptes rendus*, 1870, p. 230] devraient être modifiées,

de manière que la composante tangentielle T qui y figure ne fût plus la même dans ces deux équations.

» Quant à la troisième équation, M. Lévy l'obtient au moyen des conditions de l'équilibre de translation du tétraèdre élémentaire de Cauchy, ou formules relatives au changement de face pressée, en exprimant que l'inclinaison de la face que l'on considère est telle que l'angle de la pression avec la normale à cette face soit maximum et égal à φ (p. 221 et 231) dans l'intérieur du massif des terres; cet angle deviendrait d'ailleurs égal à φ' pour les parties du remblai en contact avec le mur (p. 232).

» Nous ne saurions accepter que l'on puisse ainsi déterminer *à priori*, dans tous les cas, la direction de la poussée la plus dangereuse exercée par un remblai contre un mur, sans avoir égard ni à la position de son point d'application, ni aux dimensions de la base du mur, ni au mode de renversement qui est à craindre; car il est bien évident que si l'on fait, par exemple, varier l'épaisseur du mur à sa base, une même poussée de direction et d'intensité données pourra tendre à renverser le mur ou à en assurer la stabilité, d'où il suit que l'on ne peut déterminer *à priori* si une poussée sera plus ou moins dangereuse qu'une autre, sans tenir compte de tous ces éléments.

» De plus, il nous est impossible de ne pas persister à penser qu'une poussée de direction donnée se transmettra dans la masse du remblai ou s'appliquera à la paroi du mur sans subir aucune décomposition lorsqu'elle fera, avec la normale à la face pressée, un angle moindre que l'angle du frottement.

» Nous n'admettons d'exception à cette loi qu'à la condition que le remblai se comporte comme une masse solide (*voir*, à ce sujet, la discussion détaillée que l'on trouvera dans notre ouvrage, p. 38 et suivantes).

» Enfin, nous ne pouvons pas non plus admettre, avec M. Lévy, que la direction de la poussée appliquée à la paroi du mur, dans le cas où l'on a $\varphi' < \varphi$, soit une direction limite vers laquelle tendent, en variant d'une manière continue, les poussées qui s'exercent dans la masse des terres (voir *Comptes pendus* de 1870, p. 231 et 232). Selon nous, le passage de l'état de choses qui existe dans la masse du remblai à celui qui se produit au contact de la paroi du mur se fait d'une manière discontinue, par une décomposition de la *poussée primitive* en deux forces, dont l'une est sans action sur le revêtement, tandis que l'autre est la *poussée effective* appliquée à ce mur.

» Après avoir indiqué les objections que nous opposons à la théorie

de M. Lévy, nous entrons dans quelques détails qui ont pour objet de justifier notre *théorie des poussées primitives* et de faire voir que les surfaces de glissement ou de rupture sont des plans parallèles au plan de rupture qui passe par le pied de la paroi intérieure du mur. Enfin, nous répondons à une objection qui pourrait être faite, en démontrant, par des considérations théoriques, que les surfaces de rupture suivant lesquelles se produisent, sous l'action des eaux d'infiltration, les éboulements des terres qui ont pris la consistance d'une masse solide, ont pour profils des cycloïdes. »

M. **Bellay** adresse la description d'un système de ballons pouvant se manœuvrer et permettant d'opérer à volonté la descente.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Grégoire** adresse une nouvelle Note relative aux procédés d'incinération dont il a déjà proposé l'emploi, pour l'assainissement des grands champs de bataille, procédés qui auraient été mis en pratique à Sedan.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Nélaton, Bouley.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* Luther (1), *faites à l'Observatoire de Paris.* Note de **MM. Lœwy** et **Tisserand**, présentée par M. Delaunay.

1871.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Log(Par × Δ).	Distance polaire.	Log(Par × Δ).
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 20...	10.44.8	11.54.14,96	$-(\bar{1},123)$	81.11.40,5	$-(0,760)$
22...	9.35.35	11.52.32,64	$-(\bar{1},350)$	80.57.27,7	$-(0,767)$

Position des étoiles de comparaison.

1871.	Étoile.	Æ moyenne pour 1871,0.	Réduction au jour.	℘ moyenne pour 1871,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″		
Mars 20	22634 Lalande	11.55.58,58	+0,89	81.12.39,3	+5,5	2 et 3 obs. mér.
22	22447 Lalande	11.48.25,94	+0,89	80.50.19,9	+5,3	3 obser. mérid.

» L'éclat de la planète est celui d'une belle étoile de 11ᵉ grandeur. »

(1) Voir le *Compte rendu* de la dernière séance, p. 305.

ZOOLOGIE. — *Faune des dépôts littoraux de la France.* Note de MM. **P. Fischer** et **Delesse.**

« Les recherches entreprises par l'un de nous sur la lithologie des mers de la France exigeaient la réunion d'une nombreuse collection de nos dépôts littoraux. Comme ces derniers sont en partie formés des débris d'êtres organisés marins vivant dans leur voisinage, il était possible par leur examen de signaler les plus abondants et les plus caractéristiques, et d'arriver à quelques notions intéressantes sur la faune maritime qui peuple nos rivages à l'époque actuelle.

» Les débris observés appartiennent surtout à neuf classes d'invertébrés marins : les Crustacés, les Annélides, les Mollusques, les Bryozoaires, les Échinodermes, les Actinozoaires, les Hydrozoaires, les Foraminifères et les Spongiaires. En outre, il convient d'y ajouter les Algues.

» Parmi les Crustacés, des débris de Décapodes, d'Amphipodes, d'Isopodes se rencontrent parfois dans les sables littoraux dans lesquels ils vivent; mais les carapaces d'Entomostracés sont surtout très-abondantes. Elles sont répandues à profusion sur les côtes de Noirmoutier et de quelques points de la Bretagne, ainsi que dans nos golfes de la Méditerranée.

» Les Balanes pullulent sur les côtes de Bretagne et dans la Manche, et caractérisent leurs dépôts littoraux. Ils manquent, au contraire, dans la Méditerranée, ainsi que sur les côtes sableuses des Landes et des Pays-Bas.

» Parmi les Annélides, celles qui sécrètent un tube calcaire laissent seules des traces dans le dépôt littoral, en particulier les Serpules, les Vermilies; les Spirorbes sont fréquentes dans le voisinage des rochers, les Sabellaires sont communes autour de la Bretagne et du Cotentin; les Pectinaires sont très-répandues sur les côtes des Pays-Bas.

» Les Mollusques sont prédominants dans tous les dépôts. On y trouve seulement des Gastéropodes et des Acéphales. Les espèces diffèrent d'ailleurs dans la Méditerranée et dans l'Océan.

» Parmi les Mollusques caractéristiques de la Méditerranée, on peut citer : *Columbetta rustica*, *Conus Mediterraneus*, *Cerithium Mediterraneum*, *Nassa corniculum*, *Rissoa Europæa*, *Rissoa auriscalpium*, *Marginella*, *Mesodesma cornea*, *Corbula Mediterranea*, *Pectunculus piltosus*, *Cordita*.

» Les Mollusques les plus abondants de nos dépôts littoraux dans l'Océan sont les espèces suivantes :

» *Littorina obtusa*, *L. rudis*, *L. littorea*, *Skenea planorbis*, *Rissoa parva*, *R. membranaeea*, *R. striata*, *R. costata*, *Trochus cinerarius*, *T. umbilicatus*,

T. magus, T. Zizyphinus, T. exiguus, Adeorbis subcarinatus, Phasianella pullus, Paludestrina muriatica, Murex erinaceus, Purpura lapillus, Nassa incrassata, Ostrea edulis, Anomia ephippium, Mytilus edulis, Lucina lactea, Tapes decussata, Lasea rubra, Venus ovata, Erycina bidentata, Arca lactea, Donax anatinum, Donax trunculus, Nucula nucleus, Mactra subtruncata, Scrobicularia piperata, Tellina fabula, Tellina tenuis, T. Balthica, Cardium edule.

» Diverses espèces sont communes à la Méditerranée et à l'Océan; on peut citer notamment *Cerithium scabrum*, *Cardium edule*, etc.

» Les Mollusques dont on retrouve les débris dans les dépôts littoraux ou sous-marins sont essentiellement phytophages, tandis que les zoophages sont peu nombreux ou bien parqués à des profondeurs plus grandes.

» Les Bryozoaires sont beaucoup plus abondants dans les dépôts littoraux de la France qu'on ne serait porté à le croire. Mentionnons les *Crisia*, qui sont très-fréquentes dans l'Océan et particulièrement au nord de Belle-Ile, tandis qu'elles deviennent rares dans la Méditerranée. Elles sont accompagnées de *Salicornaria*, de *Bicellaria*, de *Scrupocellaria*.

» Les Échinodermes fournissent surtout des radioles qui, à cause de leur légèreté, s'accumulent quelquefois en quantité prodigieuse sur nos rivages. Dans l'Océan comme dans la Méditerranée, ils appartiennent surtout aux *Echinus*. Ceux des *Amphidetus cordatus*, *Echynocyamus pusillus* et *Spatangus purpureus* s'observent spécialement sur tout le littoral de la Manche et jusque dans la Hollande.

» Parmi les débris d'Actinozoaires, on peut indiquer les spicules d'Alcyons qui vivent sur les grosses coquilles de la Manche. Quant aux Polypiers, ils sont trés-rares sur nos côtes, et leurs débris ne sont dragués qu'à de grandes profondeurs.

» Parmi les Hydrozoaires, quelques débris de *Tubularia*, de *Sertularia*, de *Thoa* sont apportés par le flot sur nos rivages.

» Quant aux Spongiaires, ils sont représentés seulement par des spicules d'éponges siliceuses.

» Les Foraminifères s'observent dans un grand nombre de nos dépôts littoraux, mais ils abondent surtout dans les golfes où des sables vaseux peuvent se former tranquillement.

» Dans la Méditerranée, ce sont des *Orbulina*, *Nodosaria*, *Polystomella*, *Planorbulina*, *Truncatulina*, *Polymorphina*, *Rotalia*, *Miliola*, *Spiroculina*. Quelques espèces, notamment *Peneroplis planatus* et *Truncatulina variabilis*, paraissent lui être spéciales.

» Dans l'Océan, les Foraminifères sont assez variables; toutefois, le plus

souvent ils appartiennent aux trois espèces suivantes : *Polystomella crispa*, *Rotalia Beccarii*, *Miliola seminutum*, qui sont les plus communs de notre faune. Ils sont particulièrement très-abondants à Noirmoutier, dans la Manche, autour du Cotentin et à l'embouchure de l'Escaut.

» Enfin, parmi les débris organisés, les Algues incrustantes jouent encore un rôle important dans nos dépôts littoraux. Ainsi le *Maerl* ou *Nullipora* est très-commun autour de la Bretagne et du Cotentin. Le maerl en plaques, qui se développe à diverses profondeurs, se retrouve même sur presque toutes nos côtes. Les Corallines se montrent encore dans quelques dépôts, soit dans l'Océan, soit dans la Méditerranée.

» Les résultats qui viennent d'être formulés s'appliquent seulement aux dépôts littoraux de nos côtes. On voit qu'ils renferment une faune plus uniforme qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord ; car, malgré les variations tenant à la nature des plages, les espèces les plus communes se retrouvent sur les rivages de toute la France. Si l'on descendait à de grandes profondeurs, ou même à des profondeurs moyennes, on rencontrerait d'ailleurs des faunes très-différentes : il serait donc à désirer que ces faunes devinssent en France l'objet de recherches parallèles à celles qui, depuis plusieurs années, sont faites si activement en Angleterre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Symptômes du temps, déterminés par l'étude des régions supérieures de l'atmosphère; par* **M. W. de Fonvielle.**

« A la suite de la Communication faite à l'Académie par M. Chapelas dans la séance du 20 mars, je demande la permission de présenter quelques remarques à l'appui d'une manière de voir que je partage, tant qu'il ne s'agit point des étoiles filantes.

» Ayant été chargé, au mois de janvier dernier, par M. Steenackers, directeur délégué des postes et télégraphes, de diriger des rentrées aéronautiques à Paris, je m'adressai à M. Buys-Balot, directeur de l'observatoire d'Utrecht, en le priant de m'indiquer les meilleurs symptômes pour déterminer à l'avance la direction du vent qui régnerait dans quelques heures. Ce savant me donna l'avis de regarder, avec la plus grande attention, la direction que suivent les nuages de l'étage supérieur, ajoutant que probablement cette direction ne tarderait point à régner dans les régions inférieures. J'espère que M. Buys-Balot me pardonnera cette indiscrétion, et que ses précieux avis ne seront point considérés comme une rupture de la neutralité néerlandaise.

» La couleur rouge du Soleil couchant est considérée communément comme un symptôme annonçant qu'il fera beau le lendemain. Cette opinion est fondée, en fait, sur ce que la direction des vents supérieurs, manifestée par la sécheresse de l'air, ne tardera point à devenir celle des vents inférieurs.

» Comme l'on n'admet pas généralement que l'air sec teint en rouge les rayons du Soleil, j'indiquerai une observation très-simple, que j'ai répétée bien des fois, dans ces dernières semaines. Toutes les fois que le ciel est dégagé de nuages vers le zénith, on peut admettre que la couche d'air reposant sur l'horizon est assez sèche; lorsque le Soleil se couche derrière des nuages jaunes ou même verts, on reconnaît que les nuages de l'orient sont revêtus d'une teinte rouge qui, quoique souvent très-légère, est presque toujours appréciable. Cette teinte rouge a été donnée aux rayons solaires par leur passage à travers la couche d'air à peu près exempte de vapeurs, qu'ils ont dû percer pour atteindre les nuages opposés au point de l'horizon d'où ils émanent.

» Vendredi 17 mars, on a ressenti à Preston, ville du Lancashire, une assez violente secousse de tremblement de terre, qui a été suivie de phénomènes analogues, ressentis pendant une période de plusieurs jours, dans un certain nombre de villes de l'Angleterre septentrionale. Une seconde secousse, accompagnée de bruits souterrains et de lueurs lointaines plus ou moins analogues à des éclairs de chaleur, a même été ressentie à Preston le mercredi suivant. Le commencement de cette période d'activité seismique a été considéré, par des correspondants du *Times*, comme lié avec une brusque saute de température. Ce qui donnerait un démenti aux théories précédentes, puisque le flux de chaleur aurait été d'origine volcanique.

» Il est vrai que la température moyenne, qui était, le vendredi, de 3°, 8 Fahrenheit inférieure à la moyenne semi-séculaire, s'est trouvée, pour le samedi, de 3°, 8 Fahrenheit supérieure à la moyenne semi-séculaire, d'après les observations de M. Glaisher, directeur de l'observatoire météorologique de Greenwich. Mais, tout en notant cette coïncidence, il faut faire remarquer que la *saute de température* ne paraît point avoir été moins brusque à Paris, quoique l'on n'y ait constaté aucun tremblement de terre, et que nous soyons séparés par un bras de mer du district où les actions souterraines ont pu agir.

» Nous sera-t-il permis de faire remarquer que les ascensions aérostatiques donnent un moyen très-simple d'étudier la direction des courants supé-

rieurs, et de sonder systématiquement des couches très-éloignées de la surface de la Terre? N'est-il pas opportun de signaler cet usage scientifique des voyages aériens, qui peuvent fournir, dans certaines circonstances, un moyen d'apprécier les chances de durée d'une période de temps, ou la nature du temps qui va venir? »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'aurore boréale observée en Italie le 12 février 1871.* Note du **P. Denza**, Directeur de l'observatoire de Moncalieri, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans l'appareil de déclinaison magnétique de cet observatoire, on a remarqué, le 12 février, une perturbation assez forte. Son commencement eut lieu le matin et elle continua jusqu'à la nuit avancée. Elle atteignit son maximum entre 9 heures et $9^h 15^m$ du soir; à ce moment, le déclinomètre était très-agité et avait dévié de 27 minutes vers l'est de la position qu'il avait à midi. C'est la plus grande perturbation qu'on ait remarquée après la perturbation extraordinaire magnétique qui a été causée par les aurores boréales arrivées les 24 et 25 octobre derniers.

» Comme les autres éléments météorologiques ne donnaient aucune indication de l'arrivée d'une tempête, je pensai que ces mouvements irréguliers étaient causés par une de ces tempêtes que M. de Humboldt appelle magnétiques, c'est-à-dire, par une aurore polaire. Mais, quoique nous ayons veillé à l'observatoire comne de coutume, pour nos observations sur les étoiles filantes, jusqu'à 11 heures du soir, nous ne pûmes rien voir, surtout parce que le brouillard, qui alors était fort épais, couvrait la partie septentrionale du ciel jusqu'au zénith.

» Or, le lendemain, me sont arrivées deux relations intéressantes d'un beau phénomène auroral qui a été observé à Volpeglino, près de Tortona, par M. l'abbé Maggi, et à Florence par le P. Bertelli, professeur de physique au collége de la *Querce*.

» Les deux relations s'accordent parfaitement pour ce qui touche les circonstances particulières de l'apparition. La lumière aurorale commença à se montrer vers le nord à $9^h 15^m$, précisément lorsqu'ici on avait la plus grande perturbation magnétique. Elle atteignit son maximum vers les $10^h 30^m$; à ce moment, d'après M. l'abbé Maggi, elle contenait 88 degrés en largeur de l'étoile ι d'Hercule à λ d'Andromède, et s'élevait jusqu'à la hauteur de 40 degrés; sa forme ressemblait à un segment de cercle. La lumière du météore apparut à Florence d'une couleur blanc rosé, à Volpeglino d'une couleur jaune pâle; à 11 heures tout était terminé.

» Cette fois encore, on a remarqué une augmentation dans le nombre et dans la dimension des taches solaires. M. l'abbé Maggi m'écrit que, le matin du 12 courant, à l'aide de son télescope, il en a compté quatre-vingts réunies en neuf groupes au milieu de beaucoup de facules. Je n'ai pu reprendre qu'hier, 14 mars, mes observations accoutumées sur le Soleil, parce qu'il n'y a que peu de jours que mon réfracteur m'est arrivé de l'expédition de l'éclipse totale du 22 décembre. Hier, nous comptâmes quarante-quatre trous grands et petits, sur la surface solaire; ce matin, comme les conditions de l'atmosphère étaient plus favorables, nous en avons pu compter jusqu'à cent deux.

» Par une lettre que je viens de recevoir du P. Secchi, j'apprends que l'aurore polaire qui a été vue à Volpeglino et à Florence a été observée aussi dans les environs de Rome, mais avec un peu de retard et avec une intensité plus grande que dans les lieux dont nous venons de parler. En effet, à Frascati, le météore apparaît vers les 3 heures du matin du 13, et il fut un peu moins brillant que celui du mois d'octobre passé. Ce qui prouve que l'aurore qu'on a vue au nord de la péninsule dans les premières heures du soir du 12, s'est reproduite plus brillante dans le matin du 13, au moins près de Rome.

» M. J. Marchetti, assistant au Collége Romain, ajoute que dans la soirée du 12, le ciel lui parut teint d'une couleur rougeâtre, et qu'à Rome la perturbation magnétique a été ce jour-là plus forte, surtout le soir.

» L'aurore a été observée aussi à Modène par le professeur Ragona, Directeur de l'observatoire.

» Certainement ce phénomène auroral n'a pas été aussi éclatant que celui des 24 et 25 octobre derniers, mais il est de la même nature. Le grand nombre des faits que nous avons à cet égard nous fait voir clairement que les aurores qu'on appelle *polaires*, quoique plus fréquentes dans le Nord que dans les autres régions, ne se produisent pas seulement à ce lieu. Il arrive des aurores polaires ce qu'il arrive des tempêtes, dont il y en a qui s'étendent sur des espaces considérables, et il y en a, au contraire, qui sont tout à fait locales.

» Les études assidues qu'on a faites sur tout ce qui peut regarder la nature et l'origine de ce phénomène, quoiqu'elles en aient bien établi la physionomie générale, sont cependant pleines d'incertitudes graves, ce qui nous est prouvé par le grand nombre de phases qu'a subies la théorie des aurores polaires, depuis Gassendi et Muschenbroeck jusqu'à de la Rive et Silber-

mann et qu'elle subira encore, surtout après les belles observations spectroscopiques exécutées récemment sur la lumière aurorale. »

« M. **Ch. Sainte-Claire Deville**, après cette Communication, fait remarquer que, comme les aurores boréales des 15 avril, 13, 14 et 15 mai 1869, et un grand nombre d'autres, celle-ci est tombée vers le minimum de température mensuelle, signalé par lui depuis longtemps, et confirme le rapprochement de dates qu'il a établi entre ces deux phénomènes (1). Le 12 février a été précisément le jour le plus froid du mois, celui qui a présenté, à Copenhague, les températures exceptionnelles dont il a été parlé plus haut. Il semble donc que la couche d'air glacée se relevait dans l'atmosphère, du nord vers le sud. L'aurore boréale du 3 janvier 1870, décrite aussi par le P. Denza (séance du 28 février), correspond également à un minimum périodique de la température.

» Le minimum prévu pour mars (page 239, en note) s'est aussi produit du 8 au 9, c'est-à-dire un jour et demi avant sa date moyenne, et il s'est répété suivant la période décemdiurne, comme le montrent les nombres suivants qui donnent les températures moyennes combinées deux à deux de dix en dix jours.

Températures observées à Montsouris : mars 1871.

Moyenne des									
3 et 13.	4 et 14.	5 et 15.	6 et 16.	7 et 17.	8 et 18.	9 et 19.	10 et 20.	11 et 21.	12 et 22.
10°,25	8°,82	7°,17	7°,10	7°,10	5°,52	6°,05	7°,30	7°,37	11°,67

» Si l'on construisait cette petite courbe, la régularité en serait frappante. »

OPTIQUE. — *Recherches nouvelles sur la double réfraction elliptique du quartz.* Note de M. **Croullebois** (2).

« Le quartz parallèle à l'axe produit sur la lumière polarisée des effets distincts de ceux que l'on observe avec le quartz perpendiculaire. Fresnel a interprété les phénomènes de dépolarisation et de coloration présentés par les lames minces cristallisées parallèles à l'axe, en s'appuyant sur deux

(1) Voir *Comptes rendus*, séances des 26 avril, 3, 10 et 17 mai 1869.

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

principes fondamentaux. Le premier de ces principes est le suivant : Lorsqu'un rayon polarisé rectilignement tombe normalement sur une lame biréfringente parallèle à l'axe, il se bifurque en deux rayons polarisés rectilignement, l'un dans le plan de la section principale (rayon ordinaire), l'autre dans un plan perpendiculaire (rayon extraordinaire). Ces deux rayons, ainsi polarisés à angle droit traversent la lame avec des vitesses différentes et se trouvent par conséquent avoir à l'émergence des phases différentes. Ce principe si simple, joint à celui de l'interférence des rayons polarisés dans des plans parallèles, constitue la théorie ondulatoire de la polarisation chromatique rectiligne.

» Pour expliquer les phénomènes présentés par le quartz perpendiculaire, Fresnel admit qu'un rayon polarisé rectilignement, dirigé suivant l'axe du cristal, se dédouble en deux rayons polarisés circulairement, de vitesses différentes et de gyrations contraires. Il ne se contenta pas de reproduire par une admirable synthèse les lois de Biot, il démontra par une expérience directe l'existence de ces deux rayons circulaires, au moyen de l'appareil bien connu du triprisme.

» Il était naturel de rechercher qu'elle était la transition ménagée entre ces deux cas extrêmes, la double polarisation circulaire suivant l'axe et la polarisation rectiligne perpendiculairement à l'axe. M. Airy reconnut le premier que le passage s'effectuait par le dédoublement du rayon rectiligne primitif en deux rayons, dont les ellipses d'oscillation sont semblables et ont leurs grands axes rectangulaires. A l'aide de cette ingénieuse hypothèse, en admettant simplement que le rapport des axes de ces ellipses et l'anomalie des deux rayons inégalement retardés varient d'une manière continue entre deux limites extrêmes, M. Airy a fait le calcul des phénomènes présentés par le quartz dans la lumière convergente diversement polarisée (anneaux sans croix, courbes quadratiques, spirales, etc.), les a discutés avec beaucoup de sagacité, et a démontré que, dans ces idées théoriques, les expériences étaient reproduites d'une manière générale.

» Pour compléter le beau travail de M. Airy, deux choses restaient à faire :

» 1° Vérifier directement l'hypothèse fondamentale, en isolant les deux rayons elliptiques réciproques, comme Fresnel avait isolé les deux rayons circulaires.

» 2° Déterminer les différences de vitesse des diverses couleurs, et, par suite, les dispersions partielle et totale, pour toutes les incidences comprises entre les limites 0 et 90 degrés.

» Cette vérification et ces mesures donnèrent lieu à beaucoup de recherches : les meilleures sont celles de M. Jamin, et elles laissent encore beaucoup à désirer.

» La vérification que M. Jamin a donnée de la conception de M. Airy est indirecte, et peut-être moins satisfaisante que les vérifications nombreuses du physicien anglais, empruntées à des phénomènes variés.

» En outre, M. Jamin n'a déterminé les différences de vitesses que pour les petites incidences : ses mesures ne dépassent pas l'inclinaison de 26°, 7 et elles n'ont été prises que dans une seule lumière.

» Il était regrettable que ces déterminations fussent si peu nombreuses, et surtout confinées dans un espace angulaire si restreint, car il était difficile de se prononcer sur la valeur relative des trois théories mathématiques qui déjà se sont produites sur ce point capital de la haute optique.

» Ces trois théories sont dues à Mac-Cullagh, à Cauchy et à M. Briot.

» A un autre point de vue, mes recherches attireront peut-être l'attention des physiciens. En effet, depuis que Broch a fourni, par la mesure des angles de rotation, une valeur indirecte mais très-précise de ce que l'on peut appeler avec Fresnel la *dispersion de double réfraction circulaire*, depuis que M. Mascart a mesuré la *dispersion de double réfraction rectiligne* dans le spectre non-seulement lumineux mais encore ultra-violet, n'était-il pas indispensable de relier les valeurs extrêmes de ces deux dispersions par les nombres qui expriment la *dispersion de double réfraction elliptique ?*

» D'après ce qui précède, le lecteur comprend l'étendue de la tâche que j'ai entreprise.

I. — *Démonstration directe de l'existence des deux rayons elliptiques réciproques.*

» On sait comment Fresnel a isolé les deux rayons circulaires en lesquels se dédouble le rayon primitif dirigé suivant l'axe du cristal de roche. Il a employé comme biréfringent circulaire un parallélipipède formé par l'ensemble de trois prismes collés. Fresnel faisait tomber sur ce triprisme un rayon *naturel* ou *rectiligne*, et il obtenait, de l'autre côté, deux rayons séparés, polarisés tous deux circulairement et en sens contraire. Aujourd'hui, pour répéter cette expérience, au lieu d'un triprisme, on fait usage d'un biprisme plus économique, qui produit la même déviation quand les dimensions sont égales.

» J'ai pensé qu'il me serait possible, à l'instar de Fresnel, d'isoler les rayons elliptiques issus du dédoublement du rayon incident, en employant un biprisme dont les faces terminales feraient avec l'axe un angle inférieur

à 90 degrés. Car, si l'hypothèse de M. Airy est une réalité, s'il est vrai que, dans une direction oblique à l'axe, le rayon rectiligne se résout en deux rayons elliptiques constitués comme on l'a dit précédemment, ces derniers se propageant à travers le biprisme avec des vitesses différentes, devront apparaître à la sortie angulairement séparés : alors il deviendra possible de les analyser isolément. Pour opérer cette vérification, j'ai fait construire un biprisme, formé de deux quartz de rotation différente, accolés par leurs faces hypoténuses, orientés de la même manière et dont les faces terminales faisaient avec l'axe un angle voisin de 10 degrés. Un calcul préliminaire, fondé sur la connaissance d'éléments dus à des expériences antérieures, m'avait appris qu'en attribuant à l'angle réfringent de chaque prisme une valeur de 50 degrés, on obtiendrait un dédoublement suffisamment manifeste des deux rayons. D'ailleurs l'inclinaison de 10 degrés me paraissait bien choisie, parce que, au delà et en deçà de 10 degrés, l'ellipticité devenant trop ou trop peu accusée, les effets de contraste devaient être moins saisissauts.

» J'ai réussi à montrer la double réfraction elliptique par le dispositif suivant :

» Le trait solaire, transmis à travers un nicol polariseur et rétréci par un diaphragme circulaire de 5 millimètres de diamètre, tombe normalement sur la face terminale dextrogyre de mon biprisme, et y tombe polarisé rectilignement. L'expérience exige ici cette restriction, car, avec un rayon naturel, la double réfraction elliptique serait masquée par la double réfraction ordinaire prédominante. Le rayon polarisé se dédouble à travers le premier prisme en deux rayons qui suivent la même route sans se séparer; et comme ils sont animés de vitesses différentes, à leur entrée dans le second prisme, ils sont écartés par la réfraction, l'un en haut, l'autre en bas. A l'émergence, le dédoublement s'améliore et se manifeste par un angle de déviation Δ. Les deux faisceaux, à peine dégagés l'un de l'autre, sont recueillis par une lentille d'un foyer un peu long qui les jette sur un nicol analyseur. Derrière le nicol, en plaçant un écran au foyer conjugué du diaphragme, on obtient deux petites taches rondes tangentes l'une à l'autre. On les sépare en diminuant l'ouverture du diaphragme; on les superpose partiellement en augmentant cette ouverture.

» Supposons que le plan de polarisation du rayon incident soit incliné de 45 degrés sur la section principale du premier prisme; dans ce cas, les deux faisceaux ont la même intensité, et si l'on fait tourner le second nicol,

on verra varier l'éclat des taches qui passeront alternativement par un maximum et par un minimum pour deux orientations rectangulaires parallèles aux azimuts principaux du biprisme. On conclut de cette première épreuve que les deux faisceaux sont polarisés elliptiquement et que les ellipses d'oscillation ont leurs grands axes croisés. Pour reconnaitre le sens du mouvement révolutif sur chacune d'elles, j'interpose en deçà du nicol une lame sensible, et alors les taches se colorent de teintes complémentaires qui donnent du blanc dans la partie commune. Les deux rayons sont donc polarisés en sens contraires : l'un est dextrorsum, l'autre est sinistrorsum. Pour achever la vérification, il faut constater la similitude des ellipses; à cet effet, je fais usage de lumière prismatique, et j'applique contre la face du biprisme par laquelle émergent les rayons une lame de mica quart d'onde, en ayant soin de mettre sa section principale en coïncidence avec celle du biprisme. Dans ces conditions, par la rotation du nicol, j'éteins tour à tour les deux rayons dans deux azimuts rectangulaires, ce qui m'indique la similitude soupçonnée. Enfin la situation des quadrants dans lesquels apparaissent les vibrations rectilignes restaurées m'apprend que l'ellipse dont le grand axe est perpendiculaire à la section principale du biprisme est dextrorsum et que l'autre est sinistrorsum. Ainsi se trouve vérifiée par une expérience directe la conception de M. Airy.

» Si l'on fait maintenant coïncider le plan de polarisation du rayon incident avec la section principale du prisme dextrogyre, les deux faisceaux n'ont plus la même intensité, mais les deux ellipses conservent leur caractère de similitude; elles deviennent tangentes l'une à l'autre et la plus petite est celle qui est sinistrorsum. On peut suivre toutes ces modifications sur les équations suivantes :

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} X &= \frac{\sqrt{\cos^2\omega + K^2 \sin^2\omega}}{1 + K^2} \cos\zeta, \\ Y &= \frac{K\sqrt{\cos^2\omega + K^2 \sin^2\omega}}{1 + K^2} \sin\zeta, \end{aligned} \right.$$

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} X &= \frac{K\sqrt{\sin^2\omega + K^2 \cos^2\omega}}{1 + K^2} \cos(\zeta - \rho), \\ Y &= -\frac{\sqrt{\sin^2\omega + K^2 \cos^2\omega}}{1 + K^2} \sin(\zeta - \rho). \end{aligned} \right.$$

» K est le rapport de similitude, ρ l'anomalie contractée par les deux rayons traversant une certaine épaisseur de quartz dextrogyre, ω l'angle du plan de polarisation avec la section principale du cristal.

» Avec un quartz lévogyre, toutes choses égales d'ailleurs, la gyration des rayons précédents serait intervertie.

II. — *Méthode d'expérience.*

» A la sortie de mon biprisme, les deux rayons présentent un écart angulaire Δ. Cet angle peut être représenté par la formule suivante :

$$\Delta = 2(n'' - n') \operatorname{tang} A,$$

dans laquelle A représente l'angle réfringent commun aux deux prismes, n' et n'' les indices des deux rayons elliptiques, dextrogyre et lévogyre.

» D'après la formule précédente, la mesure de Δ conduirait à la valeur $n'' - n'$ de la double réfraction de chaque couleur, si l'on employait une série de biprismes diversement inclinés sur l'axe. Ce serait là une méthode directe; mais elle serait peu précise et ne permettrait pas d'atteindre les inconnues avec continuité.

» La méthode expérimentale dont je me suis servi constitue une application particulière de la méthode générale si puissante d'analyse que MM. Fizeau et Foucault ont introduite dans la science.

» Elle repose sur un principe qui se déduit de calculs exécutés sur les équations (1) et (2) du paragraphe précédent :

» Lorsque le faisceau primitif polarisé dans le plan d'incidence tombe obliquement sur la lame de quartz, chacun des rayons simples qui le composent se résout en deux autres rayons elliptiques réciproques. Ces deux rayons prennent entre eux une différence de marche qui dépend de l'angle d'incidence. A l'émergence, ils reconstituent un rayon unique, en général polarisé elliptiquement et diversement orienté. Cette polarisation elliptique passe périodiquement à la polarisation rectiligne rétablie dans l'azimut primitif, au fur et à mesure que l'on augmente l'inclinaison de la plaque sur les rayons incidents. Ce passage s'accomplit lorsque l'anomalie ρ est égale à un nombre pair de demi-circonférences. Tous les rayons répondant à ces valeurs de ρ sortiront donc de la lame polarisés rectilignement, et les rayons d'indices intermédiaires seront polarisés elliptiquement. Les ellipses seront fort près de se confondre avec des lignes droites pour les valeurs de ρ voisines d'un multiple entier de 2π; dans l'intervalle de deux multiples entiers successifs d'une circonférence, elles apparaîtront moins aplaties, mais elles ne deviendront jamais des cercles, comme cela se présentait dans les phénomènes analogues si bien étudiés par MM. Fizeau et Foucault.

» Tous ces mouvements elliptiques différents sont superposés au sortir

de la lame, ce qui rend fort complexe la constitution du faisceau ainsi modifié; mais au moyen d'un prisme puissant on peut les séparer, et alors l'analyse devient possible, et voici de quelle manière. Si l'on place au delà de la lame un nicol dont la section concorde avec le plan de polarisation primitif, tous les rayons qui reprendront leur polarisation rectiligne seront éteints, et lorsqu'à la sortie du nicol le faisceau total tombera sur le prisme, on verra des bandes noires parallèles aux raies de Frauenhofer apparaître dans le spectre à la place des rayons arrêtés par l'analyseur.

» Le principe de la méthode étant posé, je vais donner une idée de l'ensemble de mon appareil.

» Le trait solaire réfléchi par un héliostat est reçu successivement par un premier nicol polarisateur, par la plaque de quartz et par un second nicol analyseur. A la suite, on place un spectroscope composé d'un collimateur, d'un prisme en flint de 60 degrés et d'une lunette grossissant six fois, et munie à son foyer d'un diaphragme étroit qui élimine les parties médianes et brillantes du spectre, lorsqu'on en observe les extrémités. Pour régler l'appareil, on polarise le rayon incident dans un plan horizontal, et, mettant les nicols parallèles, on donne au spectre le maximum de vivacité. Si les raies s'y montrent nettement, on en conclut que les dispositions sont bonnes, et alors on tourne l'analyseur de 90 degrés, de manière à avoir extinction. Si l'on interpose maintenant entre les deux nicols une plaque de quartz perpendiculaire à l'axe, le spectre brille de nouveau, cannelé de franges larges et très-peu nombreuses. En inclinant la lame graduellement, les franges se multiplient et se resserrent. Le phénomène est des plus beaux : on voit les franges éclore pour ainsi dire une à une à l'extrémité la plus réfrangible du spectre, traverser toutes les couleurs et enfin se perdre du côté du rouge.

» Pour faire l'observation sur une raie, on fait coïncider le fil vertical du réticule avec cette raie, et, par le mouvement de l'alidade qui entraîne la plaque de quartz, on amène sur le fil le milieu des bandes obscures qui défilent; on lit sur le limbe l'incidence correspondant à cette coïncidence et à un multiple de 2π marqué par le nombre des bandes qui ont déjà passé.

» Je n'entre pas ici dans les détails de l'application de ma méthode, détails contenus dans mon Mémoire. Dans la prochaine séance, je fournirai les données de l'expérience, comparées aux résultats déduits des trois théories mathématiques des physiciens géomètres déjà cités. »

» M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la lettre suivante de M. A. Pâquenée, relative au bolide qui a été observé dans divers points de la France, dans la nuit du 17 mars :

« Castillon-sur-Dordogne, 18 mars 1871.

» Je n'ai pas vu ce météore; mais averti aussitôt après son apparition, je suis sorti, et j'ai pu examiner tout à loisir l'immense traînée lumineuse qui marquait son passage.

» La trace du bolide, commençant à l'horizon, un peu à l'ouest du méridien de la constellation de Cassiopée, traversait celle du Bouvier, et se prolongeait vers le sud-sud-est jusqu'à 40 degrés environ au-dessus de l'horizon.

» Cette trace, d'abord droite et d'une faible largeur, s'infléchissait ensuite sur plusieurs points, et s'élargissait inégalement. Cinq minutes après, elle présentait l'aspect d'un long nuage lumineux, de forme légèrement ondulée, dont la largeur variait entre 1 et 5 degrés. Pendant vingt-cinq minutes, son éclat sembla peu diminuer; mais ses contours continuèrent à se modifier; puis ce nuage commença à disparaître lentement. On en voyait encore quelques traces vers le nord, près d'une heure après l'apparition du météore.

» A. Paquenée. »

M. Delaunay communique à l'Académie les deux Lettres suivantes, de *M. Lespiault* et de *M. Vauquelin*, concernant l'apparition du même bolide, dont il avait déjà entretenu l'Académie dans la séance précédente :

« Nérac, 24 mars 1871.

« Vendredi soir, 17 mars, à 10 heures et demie environ, a paru un magnifique bolide sur l'horizon de Nérac. Il a paru commencer sa course à 15 degrés au-dessus de l'horizon, perpendiculairement au-dessous de la polaire, et s'est dirigé en suivant la courbe du ciel vers la planète Mars, qu'il a dépassée.

» Sa lumière était blanche, elle éclairait le sol; ce n'est que vers la fin de sa course que le bolide a paru se diviser en gerbe, on n'a pas entendu de déflagration. Le sillon immense qu'a laissé le bolide a persisté pendant plus de trois quarts d'heure; sa couleur était blanche et phosphorescente, et tout à fait pareille à la lueur des queues de comètes, mais infiniment plus brillante et mieux limitée. Très-mince et rectiligne dans les premiers moments, cette trace est devenue peu à peu sinueuse; elle s'est rompue enfin sur plusieurs points, en se diffusant et formant divers centres lumineux. Les étoiles paraissaient au travers. Vers 11 heures et demie, elle a disparu peu à peu.

» Le même météore a été observé à Carcassonne et dans le nord de la France.

» M. Lespiault. »

« Vendredi 17 du courant, à 11 heures 15 minutes environ du soir, la nuit était noire, quoique le ciel fût étoilé et que la terre fût couverte de neige ; j'étais en route pour me rendre à pied de Lamargelle à Frénois, canton de Saint-Seine (Côte-d'Or), lorsque mon attention fut éveillée par un corps lumineux, que je suppose être un bolide, traversant l'espace du nord-nord-est au sud-sud-ouest (suivant mon appréciation), décrivant avec une vitesse extraordinaire et égale une trajectoire très-lumineuse et horizontale par rapport à

l'endroit où je me trouvais et à la ligne de mes yeux; la durée de la course fut d'environ quinze secondes : le temps était trop sombre pour que je pusse consulter ma montre, mais, depuis le moment où j'aperçus le corps jusqu'au moment où je le perdis de vue, je pus compter jusqu'à 30, sans me presser. Ce corps laissa dans l'espace la trace de son passage, pendant au moins vingt minutes, avec cette particularité que cette trace était plus large au milieu, moins dense qu'à son point de départ et qu'à son point d'arrivée.

» Il n'y eut pas d'explosion, car je ne remarquai aucune dissémination de la traînée lumineuse : le corps a dû, ce me semble, continuer sa course dans l'espace en cessant d'être visible pour moi. Il ressemblait à un immense obus à fusée, moins le bruit de la course et l'explosion.

» M.-G. Vauquelin. »

M. le Secrétaire perpétuel, à la suite de ces Communications, signale, dans les journaux de Paris, deux articles, dont chacun annonce l'apparition, dans la soirée du 17 mars, d'un bolide qu'on peut supposer être le même et ne pas différer de celui auquel se rapportent les articles précédents.

On lit en effet dans le *Journal officiel* du 18 mars :

« Hier soir (17 mars), à 11 heures moins 13 minutes et demie, sur la place du Palais-Bourbon, les passants ont pu observer un magnifique bolide dont la trajectoire paraissait fort rapprochée de la Terre. L'arc parabolique était parallèle à la surface terrestre et sensiblement dirigé de nord-est à sud-ouest. Le corps lumineux, de la grosseur apparente d'une orange, cheminait assez lentement et présentait une lumière blanche étincelante. Ce qu'il y avait de très-digne de remarque dans le phénomène, c'est que le bolide laissait derrière lui une immense traînée lumineuse, d'un rouge presque sombre, longtemps persistante, de manière qu'elle embrassait une grande partie de l'horizon céleste. » (*Journal officiel* du 18 mars 1871, p. 183, à la fin de la dernière colonne.)

On lit également dans le *Moniteur universel* du 20 mars :

« Entre Vitré et Rennes, pendant la nuit de vendredi (17) à samedi (18 mars), à 11 heures moins 15 minutes, est apparu sur l'horizon, à la hauteur de 45 degrés, un bolide énorme, comme les annales de l'Observatoire n'en mentionnent guère.

» La traînée lumineuse a persisté pendant un quart d'heure. » (*Moniteur universel* du 20 mars 1871, p. 328, troisième colonne.)

M. Déclat demande et obtient l'autorisation de faire prendre copie d'un Mémoire précédemment adressé par lui, sur l'emploi de l'acide phénique en médecine.

La séance est levée à 5 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 mars 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Traité des fractures non consolidées ou pseudarthroses; par M. L.-J.-B. BÉRENGER FÉRAUD. Paris, 1871; in-8. (Adressé par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Nouvelle théorie de la poussée des terres et de la stabilité des murs de revêtement; par M. J. CURIE. Paris, 1870; in-8. (Présenté par M. Combes.)

De l'anthère. Recherches sur le développement, la structure et les fonctions de ses tissus; par M. A. CHATIN. Paris, 1870; grand in-8 avec planches.

Étude sur le sang; par M. M.-A. CHEVALLIER. Paris, 1871; br. in-8.

Le moniteur scientifique — Quesneville, liv. des 1 et 15 mars 1871. Paris 1871; in-8.

Quistioni... *Questions naturelles et recherches météorologiques. Mémoire de* M. L.-G. PESSINA. Florence, 1870; br. in-8.

Atti... *Actes de l'Institut royal des Sciences, Lettres et Arts*. t. XVII, 3e série, 3e liv. Venise, 1870-1871; in-8 (deux exemplaires).

Anales... *Annales du musée public de Buenos-Aires, pour servir à la connaissance des objets d'Histoire naturelle nouveaux et peu connus, conservés dans cet établissement; par* M. G. BURMEISTER, 6e liv. Buénos-Aires, 1869; in-4 avec planches.

ERRATA.

(Séance du 6 mars 1871.)

Page 248, ligne 23, *au lieu de* que les vapeurs de la naphtaline pourront développer ou détruire, *lisez* et attiré par les animaux de l'espèce bovine seuls, parce que là seulement il trouve les éléments chimiques propres à son développement. Les vapeurs de la naphtaline pourront le détruire.

(Séance du 20 mars 1871.)

Page 317, ligne 12, *au lieu de* perfectionner une science, *lisez* perfectionner les sciences d'observation.

Page 322, avant-dernière ligne, *au lieu de* venue de l'Inde en Égypte, *lisez* venue de Nubie en Égypte.

Page 322, dernière ligne, *ajoutez* Quant au Nelumbo, il est certainement originaire de l'Inde.